



# Lantioorenkaan liikekontrollin arvioiminen ja uudelleenharjoittaminen

Case-pituushyppääjä

Janne Etelämäki

Tomi Litendahl

Opinnäytetyö

Toukokuu/2018

Sosiaali- ja terveysala

Fysioterapian koulutusohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

JAMK University of Applied Sciences

Tekijä(t) Etelämäki, Janne Litendahl, Tomi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2018
	Sivumäärä 72	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Lantioarenkaan liikekontrollin arvioiminen ja uudelleenharjoittaminen</b> Case-pituushyppääjä		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Eeva Helminen, Pekka Natunen		
Toimeksiantaja(t)		
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Pituushyppy on hyvin loukkaantumisherkkä laji, jossa hyvällä suoritustekniikalla ja liikehallinnalla pyritään ennaltaehkäisemään loukkaantumisia. Pituushypyn ponnistuksen tavoitteena on muuttaa vauhtijuoksussa tuotettu nopeus ponnistuksessa pystynopeudeksi. Tämä on hyvin kriittinen vaihe pituushypyn onnistumisen kannalta, koska ponnistuksessa lihasten tulee toimia optimaalisella tavalla. Ponnistuksesta aiheutuneet reaktivoimat vaikuttavat alustasta ylöspäin alaraajoista lantioon sekä lantiosta ylävartaloon. Lantio toimii kehonvoimien risteyskohtana sekä liikekeskuksena liikkeiden tuottamisessa ja kontrolloinnissa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena, jonka tarkoituksena on case-pituushyppääjän loukkaantumisten ennaltaehkäiseminen. Tapaustutkimuksessa case-pituushyppääjän liikekontrollia arvioitiin lajisuorituksessa sekä tarkemmilla testiliikkeillä, jotka määräytyivät pituushypyssä tehtyihin löydöksiin. Lisäksi case-pituushyppääjä täytti taustakyselylomakkeen ennen liikekontrollin arvioimista. Tulosten analysointi tapahtui laadullisin menetelmin havainnoimalla liikekontrollia ja kirjallisuuskatsauksen teemoittelulla. Liikekontrollia kehittävät harjoitteet määräytyivät tehtyjen analyysien ja havaintojen perusteella.</p> <p>Tapaustutkimuksen case-pituushyppääjällä havaittiin lantioarenkaan alueella liikekontrollin häiriöitä lajisuorituksen aikana. Erityisesti kontrolloimatonta liikettä havaittiin viimeisen juoksuaskeleen aikana ennen ponnistusta sekä ponnistuksessa. Liikekontrollia mittaavien testiliikkeiden tulokset tukivat hyvin pituushypyssä havaittuja löydöksiä ja taustakyselystä tehtyjä johtopäätöksiä. Liikekontrollin arvioimisen jälkeen laadittiin kirjallisuuteen pohjautuvat harjoitteet lantioarenkaan liikekontrollin kehittämiseksi, perustuen tehtyihin havaintoihin liikekontrollista.</p> <p>Avainsanat (<a href="#">asiasanat</a>) Fysioterapia, liikekontrolli, kineettinen kontrolli, lantioengas, pituushyppy, kineettisen kontrollin harjoitteet</p>		
<p>Muut tiedot Liitteenä lihastaulukko, 6sivua. Kyselylomake, 2sivua. Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet, 11sivua. Liitteitä yhteensä 19sivua.</p>		

Author(s) Etelämäki, Janne Litendahl, Tomi	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018
	Number of pages 72	Language of publication: Finnish
		Permission for web publication: x
Title of publication <b>Kinetic control of pelvic girdle and re-training</b> Case long jumper		
Degree programme Bachelor's Degree in Physiotherapy		
Supervisor(s) Helminen Eeva, Natunen Pekka		
Assigned by		
<p>Summary</p> <p>Long jump is very fragile sport where good technique and motion control can prevent a lot of injuries. The aim of take-off in long jumping is to change the horizontal speed to vertical speed. It is critical part of a successful jump and the muscles must work optimally. The reacting forces in the take-off affect from the ground upwards the lower body through pelvis to upper body. Pelvis is the intersection for muscle powers and centre of producing movement and control.</p> <p>Case study and theoretical information were used to study the activity and kinetic control of pelvic girdle. In the case study long jumpers motion control was evaluated during the jumping event and with more precise test movements, which were defined from long jumping. The jumper also made survey before evaluating kinetic control. Analysing the results was done with qualitative method from observing the kinetic control and thematising a literature review. Developing exercises for kinetic control were determined from the analyses and perception.</p> <p>The long jumper in the case study was discovered to have lack of kinetic control in the pelvic girdle area during the event of long jumping. The lack of control was found especially on the last steps of running and in the take-off. The results from measuring/evaluating the kinetic control supported the findings from the jumping event and the conclusions of the survey. After evaluating the kinetic control exercises were found to develop pelvic girdles kinetic control based on the perceptions of the kinetic control.</p>		
<p>Keywords (<a href="#">subjects</a>)</p> <p>Physical therapy, movement control, kinetic control, pelvic girdle, long jump, kinetic control exercises.</p>		
<p>Miscellaneous</p> <p>Appendix: muscle table, 6pages. Quistionnaire, 2pages. Case long jumper re-training, 11pages. Total number of appendices 19pages.</p>		

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Kineettinen ketju .....</b>	<b>5</b>
2.1	Liikkeiden hermostollinen säätely .....	6
2.2	Motorinen yksikkö liikkeiden säätelyssä .....	7
2.3	Asento- ja liikeaistimus .....	7
<b>3</b>	<b>Lantiorengas .....</b>	<b>9</b>
3.1	Lantiorengaan anatomia .....	9
3.2	Lantiorengaan neutraaliasento .....	10
3.3	Lonkkanivelen merkitys lantiorengaan toiminnassa .....	11
3.4	Lantion toiminnan merkitys liikkeessä .....	15
<b>4</b>	<b>Liikekontrollihäiriö .....</b>	<b>17</b>
4.1	Lantion liikekontrollihäiriö .....	17
4.2	Liikekontrollihäiriöiden tunnistaminen .....	18
<b>5</b>	<b>Liikekontrollin uudelleenharjoittaminen .....</b>	<b>19</b>
5.1	Lihasten ominaisuuksien merkitys liikkeiden kontrolloinnissa .....	21
5.1.1	Lokaalit stabiloivat lihakset .....	22
5.1.2	Globaalit stabiloivat ja mobiloivat lihakset .....	23
<b>6</b>	<b>Suljetun ja avoimen liikeketjun määrittäminen .....</b>	<b>24</b>
6.1	Plyometrinen harjoittelu osana liikekontrollin kehittämistä .....	25
6.1.1	Plyometrisen harjoittelun lihasmekaniikka .....	26
<b>7</b>	<b>Pituushypyn lajiansalyysi .....</b>	<b>27</b>
7.1	Pituushypyn ponnistus .....	28
7.2	Ponnistuksen biomekaniikka .....	30
7.2.1	Ponnistusvaiheen voimantuottomekanismi .....	32
7.2.2	Ponnistuksessa esiintyviä kulmia .....	33

7.2.3	Ponnistusvoimat.....	34
<b>8</b>	<b>Tarkoitus ja tavoite .....</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Tapaustutkimus opinnäytetyönä .....</b>	<b>36</b>
9.1	Aineistonkeruumenetelmät .....	37
9.2	Aineiston analyysimenetelmä .....	38
<b>10</b>	<b>Opinnäytetyön toteutus ja eteneminen .....</b>	<b>39</b>
10.1	Case-pituushyppääjän alkukartoitus.....	39
10.2	Liikekontrollin arvioimisen ja havainnoinnin eteneminen .....	40
10.3	Liikekontrolli harjoitteiden toteutus.....	41
<b>11</b>	<b>Tulokset.....</b>	<b>41</b>
11.1	Case-pituushyppääjän tausta.....	41
11.2	Lajisuorituksen liikeanalyysin tulokset .....	42
11.3	Liikekontrollitestien tulokset .....	44
11.4	Yhteenveto tuloksista .....	46
<b>12</b>	<b>Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet .....</b>	<b>46</b>
12.1	Harjoitteiden määrittämien ja progressiivisuus .....	47
<b>13</b>	<b>Pohdinta .....</b>	<b>48</b>
13.1	Opinnäytetyön yleistettävyyys ja siirrettävyys.....	49
13.2	Reliaabelius ja validius opinnäytetyössä.....	50
<b>Lähteet .....</b>		<b>52</b>
<b>Liitteet.....</b>		<b>54</b>
Liite 1.	Lihastaulukko .....	54
Liite 2.	Kyselylomake .....	60
Liite 3.	Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet.....	62

## Kuviot

Kuvio 1 Lantion luiset rakenteet edestä.....	10
Kuvio 2. Uudelleenharjoittamisen prosessi .....	20
Kuvio 3. Tarkoitus ja tavoite.....	36
Kuvio 4. Opinnäytetyön tutkimuksen prosessi .....	39
Kuvio 5. Case-hyppääjän viimeinen askelkontakti .....	42
Kuvio 6. Case-hyppääjän ponnistuskontakti .....	43
Kuvio 7. Lonkan ojennus konttausasennossa .....	62
Kuvio 8. Kylkimakuulla lonkan ulkokierto (Simpukka) .....	63
Kuvio 9. Polvennosto tuettuna seisaaltaan.....	63
Kuvio 10. Rocking forwards.....	64
Kuvio 11. Polven koukistus vatsamakuulla .....	64
Kuvio 12. Kylkimakuulla lonkan loitonnuksen yhdistettynä lonkan ulkokierto.....	65
Kuvio 13. Simpukka kuminauhavastuksella .....	65
Kuvio 14. Jalan ojennus konttausasennossa nilkkapainolla.....	66
Kuvio 15. Lantioarenkaan hallintaa terapiapallon avulla.....	66
Kuvio 16. Lantioarenkaan kontrolliharjoitus pallon avulla .....	67
Kuvio 17. Seisten lonkan ojennus taakse nilkkapainolla.....	68
Kuvio 18. Yhdellä jalalla vartalon fleksio yhdistettynä vapaan jalan lonkan fleksioon.....	68
Kuvio 19. Askelkyykky kävellen eteenpäin käsipainoilla.....	69
Kuvio 20. Askelnousu korokkeelle.....	70
Kuvio 21. Pudotushyppy korokkeelta.....	71
Kuvio 22. Jatkuva yhden jalan hyppely .....	71
Kuvio 23. Korokkeelta yhdellä jalalla ponnistus ylöspäin .....	72

## Taulukko

Taulukko 1. Lantioarenkaan liikekontrollia mittaavat testiliikkeet.....	44
Taulukko 2. Lantioarenkaaseen kiinnittyvät lihakset sekä toiminta ja hermotus .....	54

# 1 Johdanto

Urheilusta aiheutuvat fyysiset vammat ovat hyvin yleisiä varsinkin kilpa- ja huippu-urheilijoilla, jotka harjoittelevat määrällisesti paljon. Harjoittelun myötä lihakset kehittyvät ja elimistö adaptoituu rasitustason mukaan, mutta urheiluvammoja esiintyy, mikäli harjoittelun seurauksena kudoksen kyky adaptoitua ylittyy. Urheiluvammat johtuvat yleensä harjoittelun kuormituksen lisääntymisestä, kun määrä ja teho ovat epätasapainossa. (Bahr, Mccrory, Laprade, Meeuwisse, Engebretsen & Bolic 2012, 2-3.) Lihasten rasituksen sietokyky ylitetään herkemmin, mikäli ne joutuvat kompensoimaan liikkeitä lihakselle ominaista tapaa enemmän. Kompensaatioliikkeet ovat kehittyneet lihasten virheellisestä aktivoitumisjärjestyksestä, tehottomuudesta tai lihasten aiheuttamista liikerajoituksista. (Comerford & Mottram 2012, 49-50.)

Harjoittelussa on viime vuosina kiinnitetty enemmän huomiota loukkaantumisten ennaltaehkäisyyn. Loukkaantumisten ennaltaehkäisevissä harjoitusohjelmissä keskitytään keskivartalon- ja lantion hallintaan, dynaamiseen stabilisaatioon, taitoon sekä plyometriseen harjoitteluun. Näiden avulla pyritään vahvistamaan lihaksia sekä kehittämään liikehallintaa, jossa korostetaan lihashermojärjestelmän toimintaa liikkeiden säätelyssä. Ennaltaehkäiseviä harjoitusohjelmia voidaan yhdistää urheilijan alkuverytelyihin tai muihin lajiharjoituksiin. (Bahr ym. 2012, 46.)

Pituushypyssä lantioon kohdistuvat voimat ovat huomattavasti suurempia, kuin esimerkiksi juostessa. Kovaa juostessa lantioon kohdistuu noin viisinkertainen voima suhteutettuna omaan kehonpainoon, kun taas pituushypyn ponnistuksessa lantioon kohdistuu 8-10 kertainen voima suhteessa kehonpainoon. Pituushypyn ponnistus on yksi haastavin osio lajin suorituksessa ja maakontaktivaiheessa aiheutuvat törmäysvoimat vaativat lantiorenkkaan sekä alaraajojen lihaksilta riittäviä jäykkyysominaisuuksia, joiden avulla kontrolloidaan liikkeitä. Loukkaantumisten ennaltaehkäisyssä pituushypyn suorittaminen edellyttää lihasten optimaalista toimintaa, jonka myötä liikkeet ja suoritustekniikka olisivat hallittuja. (Clippinger 2007, 193-194; von Gerich & Kyröläinen 1998, 134; Sandström & Ahonen 2011, 331.)

Opinnäytetyö on toteutettu tapaustutkimuksena, jonka tarkoituksena on case-pituushyppääjän loukkaantumisten ennaltaehkäisy. Lisäksi tarkoituksena on auttaa case-pituushyppääjää kehittymään, niin fyysisiltä kuin motorisilta ominaisuuksilta, joiden avulla myös liikekontrolli kehittyy. Opinnäytetyön tavoite on arvioida case-pituushyppääjän liikekontrollia ja löytää niiden perusteella liikekontrollia kehittäviä harjoitteita. Opinnäytetyössä käytetään osittain latinaa ja englantia, koska se on fysioterapiassa ammattikielenä. Työ on suunnattu muille fysioterapeuteille ja valmentajille lisäämään tietoisuutta lantioireenkaan liikekontrollista.

## **2 Kineettinen ketju**

Optimaalista liikkumistapaa on hankala määrittää, koska ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa liikkua, vaan tehtävistä voidaan suoriutua erilaisilla strategioilla. Optimaalinen liike tarkoittaa kykyä ylläpitää kehonasentoa ja suoriutua fyysisistä suorituksista mahdollisimman tehokkaalla tavalla. Tämä onnistuu nivelten, lihasten, sidekudosten ja hermoston koordinoitusta yhteistoiminnasta. Liikkeenhallintajärjestelmään vaikuttavat fysiologiset, hermostolliset sekä psykologiset toiminnot. (Comerford & Mottram 2012, 3.) Hyvä liikekontrollin hallinta perustuu liikkeiden hallittuun koordinaatioon, mikä voidaan määrittää lihasten, nivelten ja raajojen yhtenäisenä liikkeenä siten, että haluttu liike tehdään kehon toiminnalle optimaalisella tavalla. Hallitun koordinaation tarkoitus on helpottaa motorista suoritusta auttamalla lihaksia toimimaan yhdessä tarkoituksenmukaisesti. (Sandström & Ahonen 2011, 48-49.) Kineettisen ketjun harjoittelu vaikuttaa keskushermoston ja perifeerisen hermoston yhteistoimintaan. Lihaksissa sekä nivelissä olevan proprioseptiikan avulla kerätään palautetta keskushermostolle ja tämä palaute vaikuttaa lihaksiston kykyyn toimia matalalla voimatasolla. Palautejärjestelmän kautta lihakset aktivoituvat ennen liikkeen alkamista ja ovat näin aktiivisia jokaiseen liikesuuntaan liikkeen aikana. (Niemi 2010, 5.)



## 2.1 Liikkeiden hermostollinen säätely

Hermosto koostuu autonomisesta hermostosta sekä tahdonalaisesta somaattisesta hermostosta. Autonominen hermosto toimii itsenäisesti ja se jakautuu kahteen osaan, sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Nämä molemmat autonomisen hermoston osat hermottavat sisäelimiä ja toimivat vastavaikuttajina toisilleen. Tahdonalainen somaattinen hermosto hermottaa ihmisen liikkeitä ja liikkumisen säätelyä. Somaattinen hermosto muodostuu keskushermostosta ja ääreishermosta, jossa aivot ja selkäydin muodostavat keskushermoston ja selkäydinhermot muodostavat ääreishermoston. (Kauranen 2017, 299.)

Keskushermosto muodostuu aivoista ja selkäytimestä. Hermosolu (neuroni) toimii keskushermoston perusyksikkönä. Neuronit ja gliasolut muodostavat hermokudoksen, jonka tehtävä on tiedonkäsittely ja tiedonsiirto. Yksittäiset neuronit koostuvat runko-osasta (soma), tuojahaarakkeista (dendriitti) ja viejähaarakkeesta (axon), jotka muodostavat hermoliitoksia eli synapseja keskenään. (Kauranen 2017, 299.)

Aivojen pääosiksi luetaan isot aivot, pikkuaivot ja aivorunko, jossa aivorunko koostuu väliaivoista, keskiaivoista, aivosillasta ja ydinjatkeesta. (Kauranen 2017, 299.)

Ihmisellä on aivohermoja 12 paria, jotka lähtevät kallon pohjasta sekä selkäydinhermoja on 31 paria, jotka lähtevät jokaisen nikaman alapuolelta. Varsinainen selkäydin luokitellaan alkavaksi aivorungon alaosaan, joka kulkee selkänikamien suojassa aivo-selkäydinnesteen ympäröimänä. Selkäydin päättyy ensimmäisen lannenikaman alapuolelle, jonka jälkeen se jatkuu hermosyymppuna alaspäin. Selkäytimessä on kaksi paksumpaa kohtaa kaularangan ja lannerangan korkeudella, jotka huolehtivat ylä- sekä alaraajan hermotuksesta. Selkänikamien jokaisessa kohdassa on oma alue, jonka ventraalisesta osasta lähtevät motoriset etujuuret (radix ventralis) sekä dorsaalipuolelta saapuvat sensoriset takajuuret (radix dorsalis). Yhdessä nämä motoriset etujuuret ja sensoriset takajuuret muodostavat yhden selkäydinhermon. Selkäydinkanavasta selkäydinhermot (nervus spinalis) tulevat ulos molemmin puolin selkänikamien kapeista aukoista, jossa jokainen selkäydinhermo vastaa tietyn lihaksiston sekä ihoalueen hermotuksesta. Selkäydin toimii tiedonvälityskeskuksena eri hermojen, ai-

vojen ja lihasten välillä, jossa välittäjähermosolujen avulla yhdistellään tuntoaärsykeitä ja liikekäskyjä. Lisäksi selkäydin toimii signaalien vahvistajana ja vaimentajana säädellen eri refleksien voimakkuutta. Keskushermoston ulkopuolisia hermoston rakenteita kutsutaan ääreishermostoksi. (Kauranen 2017, 305-306.)

## 2.2 Motorinen yksikkö liikkeiden säätelyssä

Motorinen yksikkö vastaa hermolihaskäytännössä voiman säätelyä ja voimantuoton kontrollista. Motorisen yksikön koko riippuu sen toiminnasta. Tarkassa liikekontrollissa yksi motorinen yksikkö hermostaa vain muutamaa lihassolua, kun taas suuressa voimantuotossa yksi motorinen yksikkö hermostaa montaa lihassolua. Motorisia yksiköitä on olemassa kolmea eri tyyppiä hitaita ja nopeita 2a & 2b. Lihakset sisältävät näitä motorisia yksiköitä eri määrän ja ne luovat hermolihaskäytännön. Hitaiden yksiköiden syttymiskynnys on hyvin matala ja ne aktivoituvat ennen liikettä tai liikkeen alussa. Nopeiden yksiköiden syttymiskynnys on taas hyvin korkea ja ne aktivoituvat lähes maksimaalisissa suorituksissa. Motoristen yksiköiden syttymisjärjestys tapahtuu lähes aina siten, että hitaat rekrytoidaan ensiksi ja sen jälkeen nopeat motoriset yksiköt. Keskushermosto kontrolloi liikkeitä ja toimintaa motoristen yksiköiden kautta aktivoimalla niitä. Keskushermosto toimii myös hermolihaskäytännön toiminnallisena yksikkönä. (Sandström & Ahonen 2011, 106; Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 42, 47-48.)

## 2.3 Asento- ja liikeaistimus

Proprioseptorit ovat reseptoreita, jotka aistivat kudoksiin kohdistuvaa venytystä, painetta, kosketusta ja lämpötilaa. Reseptoreita sijaitsee lihaksissa, ligamenteissa, jänteissä, sidekudoksissa sekä nivelpussissa. Asento- ja liikeaistimus koostuvat näiden reseptoreiden avulla ja niiden tehtävä on antaa palautetta keskushermostolle asentotunnosta, liikehavainnoista sekä voimien astimisesta. Proprioseptiikka muodostaa ketjun, joka kulkee läpi kehon. Sen yksi tärkeimmistä rooleista on ylläpitää lihasaktiivatiota asennon säilyttämiseksi. Proprioseptiikka vaikuttaa motoriseen kontrolliin antamalla palautetta keskushermostolle motoristen yksiköiden ja lihasten toimin-

nasta. Tärkeimmät reseptorit liike- ja asentoaistimuksen välittämisessä ovat lihassukkulat, golgin jänne-elin sekä nivelreseptorit. Lihassukkulat aistivat lihaksen venymistä sekä voiman muutoksia. Ne sijaitsevat poikkijuovaisten lihasten pehmytkudososan kalvolla. Lihassukkulan tuntopäätteet aktivoituvat liikkeissä sekä passiivisessa venytyksessä ja sen toiminta on pääasiassa tiedostamatonta. Yksi tärkeimmistä tehtävistä on vastata lihaksen venytykseen aktivoimalla lihasta venytystä vastaan eli tuntopäätteen aktivoitumisen jälkeen seuraa venyneen lihaksen supistus. Tätä kyseistä reaktiota kutsutaan venytysrefleksiksi. Lihassukkuloiden toiminta on tärkeää liikkeiden- ja asennonsäätelyssä, koska se auttaa lihaksia aktivoitumaan tarkoituksenmukaisesti. Lihassukkuloita sijaitsee eniten lihaksissa, jotka vastaavat tarkoista liikkeistä ja vähiten lihaksissa, jotka vastaavat laajoista karkeista liikkeistä. (Kauranen 2014, 93-95.)

Golgin jänne-elin sijaitsee lihas-jänneliitoksen alueella. Sen tehtävä on aistia lihaksen painetta sekä supistumisvoimaa. Golgin jänne-elinten päätehtävä on suojella lihasta vähentämällä lihaksen tuottamaa supistusvoimaa, mutta joissakin tapauksissa se voi myös lisätä supistusvoimaa. Nivelten asentojen aistimisessa Golgin jänne-elin aktivoituu, kun lihakseen kohdistuu kuormitusta ja lihas supistuu. (Sandström & Ahonen 2011, 34-37.)

Nivelreseptorien päätehtävä on aistia ja välittää tietoa keskushermostolle nivelen asennosta, paineesta sekä liikkeestä. Ruffinin päätteet ovat yleisimpiä nivelessä sijaitsevia reseptoreita, jotka välittävät tietoa staattisesta asennosta sekä dynaamisesta liikkeestä. Pacinian keräset aistivat tarkasti nivelen kulmamuutokset ja kiihtyvyyden. Nämä ovat erikoistuneet keräämään tietoa ja välittämään tietoa nivelen liikkeestä. Nivelsiteissä sijaitsee Golgin pääte reseptoreita, joiden tehtävä on suojella niveltä ja aistia nivelsiteiden ylivenytystä. Golgin pääte reseptorit aktivoituvat vasta liikeratojen ääriasennoissa ja välittävät sensorista tietoa melko hitaasti, siksi nopeissa liikkeissä nivelsidevammat ovat hyvin yleisiä. (Kauranen 2014, 100-101.)

### 3 Lantiorengas

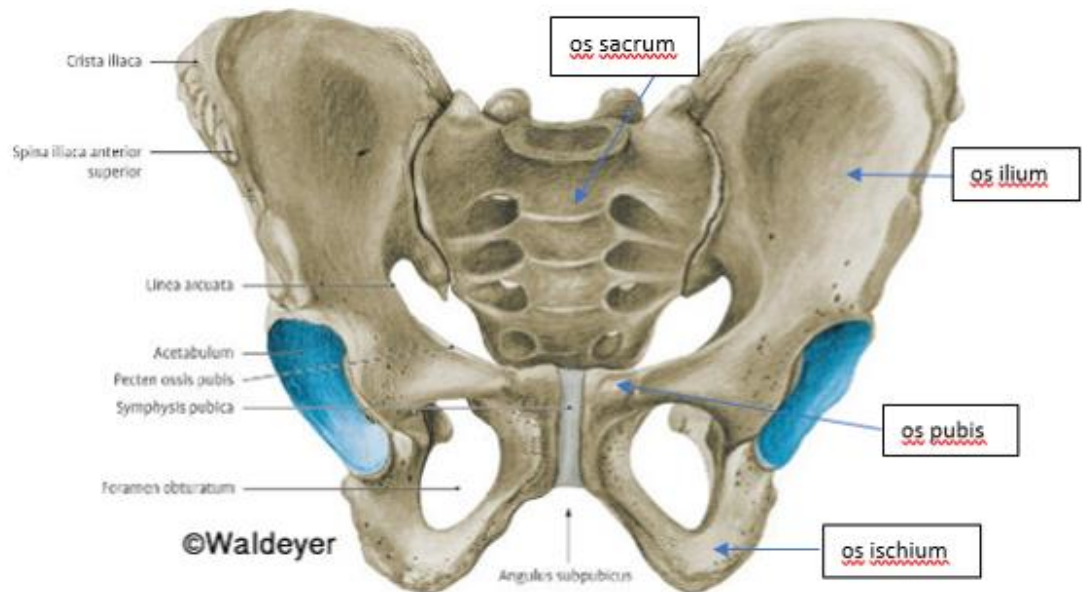
#### 3.1 Lantioirenkaan anatomia

Lantiorengas muodostuu lantion (os coxae) kolmesta yhteen luutuneesta luusta, jotka ovat suoliluu (os ilium), istuinluu (os ishium) sekä häpyluu (os pubis). Lisäksi lantioirenkaaseen kuuluvat ristiluu (os sacrum) ja häntäluu (os coccygis). Lantion kolme yhteen luutunutta luuta muodostavat liittymäkohdassaan lantion lateraalipuolelle nivelkuopan (acetabulum), johon niveltyy reisiluun pää (caput femoris). (Clippinger 2007, 158-159.)

Lantioirenkaan posteriorisella puolella suoliluut ja ristiluu muodostavat SI-nivelen (art. sacroiliaca), joka on erittäin jäykkä nivel vahvojen ligamenttien vuoksi. Kraniaalisesti ristiluu niveltyy alimpaan lannerangan nikamaan ja kaudaalisesti häntäluuhun. Ristiluu jakaa ylävartalon kuormaa lantioirenkaan läpi alaraajoille. (Clippinger 2007, 158-160; Platzer 2013, 46-48, 188.)

Lantioirenkaan anteriorisella puolella häpyluut muodostavat lujan sidekudosliitoksen, joka yhdistää lantiokorin edestä. Lantioon kohdistuvien kuormitusten myötä häpyluiden välinen liitoskohta antaa joustavuutta lantioon. (Platzer 2013, 186; Magee 2014 649.)

Lantioirenkaan suoliluiden ulkonevien siipien vuoksi yläosaa nimitetään isoksi lantioksi ja kapenevaa alaosaa pikkulantioksi. Lantioirenkaan rakenteessa on eroja naisten ja miesten välillä. Näiden välillä lantion suurimmat erot ovat luisissa rakenteissa, kuten suoliluussa ja istuinluussa. Miehillä suoliluiden siivet ovat korkeammat ja kapenevat sekä lantion yläaukeama on pyöreä. Naisilla taas yläaukeama on soikion muotoinen. Miehillä häpyluiden alemmat kaaret ovat lähempänä toisiaan muodostaen kulman (angulus pubis), kun naisilla häpyluiden alemmat haarat muodostavat kaaren (arcus pubis). (Platzer 2013, 190; Reichert 2008, 44.) Lantioirenkaaseen kiinnittyvät lihakset sekä toiminta ja hermotus liitteenä (Liite 1).

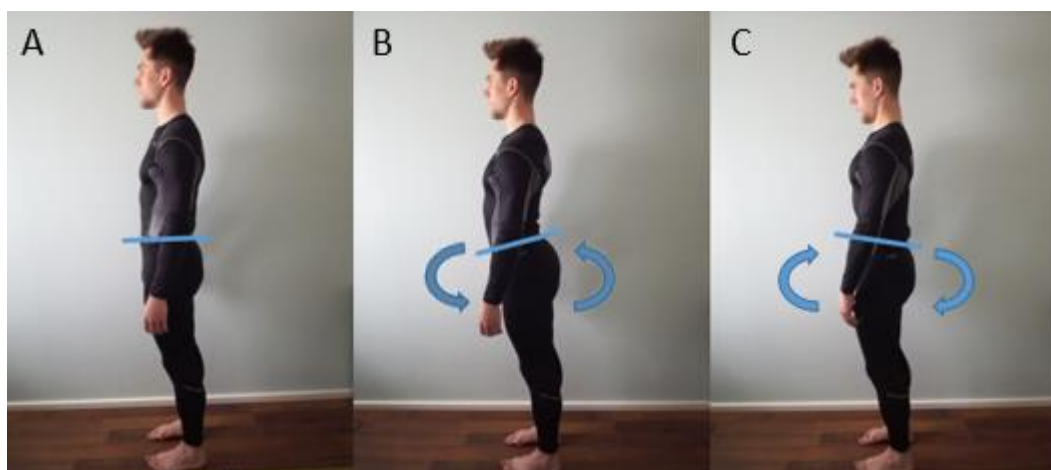


Kuvio 1 Lantion luiset rakenteet edestä (Mukailtu Oppiportti anatomiakuvasto 2018.)

### 3.2 Lantiorenkaan neutraaliasento

Lantion neutraalissa asennossa suoliluun etummaisten yläkärkien (SIAS:n) tulee olla vertikaalisesti samalla tasolla, kuin häpyluuliitos. Lisäksi SIAS:n tulee olla horisontaalisesti samalla tasolla. SIAS:n tulee olla 7-15astetta horisontaalitasossa matalammalla, kuin suoliluun takimmaisten yläkärkien (SIPS:n). (Magee 2014, 655-656.) Seisten lantion neutraalissa asennossa ristiluun ja viidennen lannenikaman välinen lumbosakraalinen kulma on 30 astetta. Häpyluun yläreunan ja suoliluun posteriorisen harjun alaosan välistä linjaa verrataan horisontaalitasoon. Tätä näiden välistä kulmaa kutsutaan lantiokulmaksi ja sen tulee olla noin 60 astetta. Ristiluunkulma suhteessa horisontaalitasoon tulee olla noin 30-40 astetta. (Clippinger 2007, 79, 177; Reichert 2008, 46.)

Lantion neutraalissa asennossa lannerangan nikamien nivelet ovat keskiasennoissaan ja lannerangassa on loiva luonnollinen lordoosi. Neutraalissa asennossa lannerangan luonnollinen lordoosi on keskimäärin 20-30astetta. Ihanteellisessa seisoma-asennon linjauksessa seisotaan lantion päällä, jossa lantio on neutraalissa asennossa ja lanneranka säilyttää luonnollisen lordoosin. Linja on frontaalitasossa suora aina korvasta reisiluun trochanter majoriin ja siitä sääriluun lateriaalisen malleolin keskelle. (Sandström & Ahonen 2011, 192; Clippinger 2007, 94-95.)



Lantion asento. A) Neutraali, B) Anteriorinen tiltti ja C) Posteriorinen tiltti.

### 3.3 Lonkkanivelen merkitys lantiorenkaan toiminnassa

Lonkkanivelellä on tärkeä rooli lantiorenkaan toiminnassa ja liikkeen tuottamisessa. Lihaksista 21 ylittää lonkkanivelen kiinnittyen lantion alueelle. Kyseiset lihakset huolehtivat kolmitasoisesta liikkeestä sekä stabiliteetista reisiluun ja lonkkamaljakon välillä (acetabulum). Lonkkanivelessä sijaitsee kehon keskipiste (pivot point) ja pallonivel sallii samanaikaisesti reiden kolmitasoiset liikkeet suhteessa lantioon. Jalan nostaminen maasta tai nopea rintakehän ja lantion rotatoituminen yhden jalan varassa vaatii vahvaa ja spesifistä lonkkalihasten aktivaatiota. Patologia voi vaikuttaa lonkkalihasten voimaan, kontrolliin tai liikkuvuuteen. Se voi myös merkittävästi häiritä tavomaisten liikkeiden sujuvuutta, mukavuutta ja aineenvaihdunnallista tehokkuutta. Lisäksi epänormaali lonkan lihasten suorituskyky voi muuttaa voiman jakamaa nivelpinnoilla ja mahdollisesti aiheuttaa tai altistaa degeneratiivisille muutoksille nivelen rustoissa, luissa ja ympäröivissä kudoksissa. (Neumann 2010.)

Lihasten aktivaatio järjestäytyy lonkan kolmen liiketason mukaan: sagittaaliseen, horisontaaliseen ja frontaaliseen. Jokaisen liiketason lihasaktivaatio perustuu pääasiassa voiman keskinäisestä suunnasta nivelen rotaatioakselissa. Lonkankoukistajat ovat sagittaalisessa tasossa toimiva lihasryhmä ja yksi merkittävimmistä lonkankoukistajista on m. iliopsoas. Kyseinen lihas tuottaa voimaa ristiin lonkkanivelessä, sacroiliaca nivelessä, lumbosacraali liitoskohdassa sekä lannerangassa. Lisäksi m. psoas major lihas antaa tärkeää vertikaalista tukea lannerangalle erityisesti silloin, kun

lonkka on täydessä ojennuksessa, jolloin passiivinen jännite on suurin lihaksessa. Ilman riittävää keskivartalon lihasten stabilisaatioita voimakkaat lonkankoukistajalihakset, kuten m. rectus femoris tai muu lonkankoukistajalihas kääntää lantion liikkeen aikana virheelliseen anterioriseen tiltiin. Tämä virheellinen lantion asento lisää lannerangan lordoosia ja saattaa aiheuttaa alaselkäkipuja. (Neumann 2010.)

Lonkan ojentajalihakset tuottavat myös liikettä sagittaalisessa tasossa. Tärkeimmät ojentajalihakset ovat m. gluteus maximus, m. adductor magnuksen posteriorinen osa ja hamstring-lihakset. Lonkan ojentajalihakset tuottavat suurimman vääntömomentin verrattuna mihinkään muuhun lihasryhmään. Ojentajalihakset toimivat liikkeiden aloittajana ja vääntömomenttia käytetään nopeissa kiihdyttävissä ylös- sekä eteenpäin olevissa liikkeissä. Portaita ylöspäin noustessa, pikajuoksun kiihdytyksessä tai hypyissä lonkan ojentajalihasten avulla tuotetaan raajaan kiihtyvyys sekä tuotetaan liikkeessä voimaa eteenpäin. Lonkan ojentajalihasten kyky tuottaa voimaa riippuu hyvin paljon lonkan anatomisesta asennosta sekä riippuu, kuinka koukistuneena on lonkkanivel. (Neumann 2010.)

M. gluteus maximus on voimakkain lonkan ojentajalihas ja se voi tuottaa ulkorotaatiota ja loitonnuksliikettä lonkkaniveleen. (Clippinger 2007, 167.) M. gluteus maximuksen ylemmän osan sähköisen aktivaation on todettu kasvavan verrattuna alempaan osaan, kun lonkan ojennukseen yhdistetään loitonnusta sekä ulkorotaatiota. Alemman m. gluteus maximuksen osassa on havaittu suurempaa sähköistä aktivaatiota, mikäli liike tapahtuu puhtaasti sagittaalitasossa, kuten lonkan ojennusliikkeessä. Molempien päätehtävä on siis lonkan ojennus, mutta m. gluteus maximuksen eri osien aktivaatio riippuu lonkkanivelen liikkeestä ja asennosta. M. gluteus maximuksen vahvistamisen on todettu olevan hyödyllistä alaraajojen kuntoutuksessa, kuten polviongelmissa, hamstring vaivoissa, piriformis syndromassa ja akillesjänne tendinopatiassa. (Selkowitz, Beneck & Powers 2016.) M. gluteus maximus voidaan myös jakaa syvään ja pinnalliseen osaan, joten sillä on stabiloiva ja mobilisoiva rooli liikkeiden aikana. Ison pakaralihaksen syväosa vastaa nivelen stabilisoivasta toiminnasta, kuten nivelen translaation kontrollista, eksentrisestä hallinnasta ja kompressiovoimien jakamisesta nivelpinnalla. Toimintahäiriössä nivelen liike ja translatiivinen kontrolli on

heikkoa. Ison pakaralihaksen pinnallinen osa vastaa nivelen nopeista liikkeistä ja tuottaa vipuvarsi mekanismissa raajan kiihtyvyyden. (Comeford & Mottram 2012, 31; Neumann 2010.)

Lonkan ulkorotaattorit tuottavat liikettä horisontaalisessa tasossa. Ensisijainen ulkorotaattori on m. gluteus maximuksen syväosa ja 5-6 lyhyttä ulkorotaattoria. Ulkorotaatioon osallistuvat myös m. gluteus mediuksen sekä m. gluteus minimuksen takimaiset säikeet, m. sartorius ja m. biceps femoriksen pidempi osa. M. gluteus maximus käsittää noin 16% lonkan kokonaisesta risteytysalueesta ja maksimaalisessa aktivaatiossa tuottaa jopa 71% horisontaalisessa tasossa tapahtuvasta voimasta. Lyhyet ulkorotaattorilihakset tuottavat tehokasta ulkorotaatio vääntömomenttia. Ne tasaaavat kompressiovoimia lonkan nivelpinnoilla, joten niillä on tärkeä elementti säätää mekaanista stabiliteettia lonkkamaljakon nivelpinnoilla. Seistessä yhdellä jalalla lonkanivelen ulkorotaattorilihasryhmän toiminta korostuu erityisesti. Tässä tilanteessa pyritään lonkanivelen ulkorotaattorilihaksilla vastustamaan lantioorenkaan sekä vartalon rotatoitumista. Tässä lonkan dynaamisessa kiertovoimassa lyhyillä ulkorotaattoreilla on tärkeä rooli lonkan stabiliteetin sekä lantioorenkaan asennon säilyttämiseksi. (Neumann 2010.)

Sisärotaattorit tuottavat myös liikettä horisontaalitasossa ja merkittävintä sisärotaattorilihasta on hankala määrittää, koska sisärotaattoreiden aktivaatio riippuu lonkan anatomisesta asennosta. Tästä liikkeestä kuitenkin vastaavat m. gluteus medius, m. gluteus minimuksen anterioriset säikeet sekä m. tensor fasciae latae, m. pectineus, m. adductor brevis, m. adductor longus ja m. adductor magnuksen takimmainen osa. Lonkkaa koukistettaessa 90 asteeseen sisärotaattoreiden lihastyö kasvaa merkittävästi ja auttaa alaraajojen luisia rakenteita pysymään optimaalisesti linjassa. (Neumann 2010.)

Lonkan lähentäjähakset tuottavat voimaa frontaalitasossa. Pääasiallisia lähentäjähaksia ovat m. pectineus, m. gracilis, m. adductor brevis ja -longus sekä m. adductor magnus. Lisäksi lähennykseen osallistuvat m. quadratus femoris ja m. obturator externus.



nus. Nämä tuottavat vääntömomentin reisiluun-lantio toiminnassa. Nopeiden tai monimutkaisten liikkeiden aikana lonkan lähentäjälihakset aktivoituvat yhtäaikaaisesti kontrolloiden alaraajojen ja lantion linjauksia. Lähentäjälihakset osallistuvat myös lonkan ojennukseen ja koukistukseen. Riippuen lantion asennosta m. adductor magnus osallistuu myös lonkan ojennukseen, kuten esimerkiksi hamstring-lihakset. Useimpien lähentäjälihasten toiminta on riippuvainen lonkan anatomisesta asennosta. (Neumann 2010.)

Tärkeimpiä lonkan loitontajalihaksia ovat m. gluteus medius, m. gluteus minimus sekä m. tensor fascia latae, joista pinta-alaltaan isoin on m. gluteus medius, mikä käsittää noin 60% kaikista loitontajalihasten alueesta. Lonkan loitontajalihakset kontrolloivat lantiokorin ja reisiluun toimintaa frontaalitasossa. Yhteensä 12 lihasta kiinnittyy distaalisesti reisiluun ison sarvennoisen lateraaliseen osaan. M. gluteus medius jaetaan yleensä toiminnan perusteella kolmeen osaan lihassäikeiden mukaan: etummainen, keskimmäinen ja takimmainen. Kaikki kolme osaa osallistuvat lonkan loitonnukseen, mutta lonkan anatomisesta asennosta riippuen etummaiset säikeet tuottavat osittain sisärotaatiota ja takimmaiset säikeet osallistuvat lonkan ojennukseen. (Neumann 2010.)

M. gluteus minimus sijaitsee syvemmällä ja edempänä verrattuna m. gluteus mediukseseen ja se kiinnittyy distaalisesti ison sarvennoisen etu-lateraaliseen osaan. M. gluteus minimuksen jänne on myös kosketuksessa lonkkanivelen nivelkapselin etummaiseen ja ylempään osaan. Tämä kosketus mahdollisesti auttaa re-traktoimaan nivelkapselia äärimmäisissä liikkeissä ja parantaa nivelkapselin toimintaa. Degeneratiiviset muutokset m. gluteus mediuksen ja m. gluteus minimuksen insertiokohdissa aiheuttavat kipua ja yleensä ne saatetaan diagnosoida virheellisesti ison sarvennoisen limapussin tulehduksena. Tärkein toiminnallinen rooli lonkan loitonnuslihaksissa esiintyy kävelyssä, kun ollaan yhden jalan varassa. Tällöin lonkan loitontajalihakset tuottavat loitonnus-vääntömomentin ja voima tuotetaan, jotta pystytään säilyttämään lantiorenkään frontaalinen stabiliteetti. Tutkimuksissa on havaittu, että kävellessä lonkkaniveleen kohdistuu noin kaksin-kolminkertainen voima ja juostessa jopa

noin viisin-kuusinkertainen voima verrattuna omaan kehon painoon. (Neumann 2010.)

Liikkeissä lantiotasolle ja kohti selkärankaan välittyvät reaktiovoimat ovat suhteellisen suuria. Voimien suuruuteen vaikuttavat mm. lantion asento, lonkan tukilihasten aiheuttama voima sekä liike-energia. Kehon massakeskipisteen ja lantion korkeusvaihteluissa lantioon kohdistuneet voimat kasvavat liikenopeuksien kasvaessa. Yhdellä jalalla seistessä lonkkaniveleen kohdistuva reaktiovoima on noin 2-3 kertaa oman kehonpaino, kun taas liikkeissä nopeuden kasvaessa voimat moninkertaistuvat. (Koistinen 1998, 153-155; Sandström & Ahonen 2011, 331.)

### 3.4 Lantion toiminnan merkitys liikkeessä

Lantion toiminta ohjaa alaraajojen ja kehon linjausta, siksi sen toimintaa täytyy tarkastella laajana kokonaisuutena. Lantioireenkaan kineettisen ketjun on toimittava siten, että se antaa tarvittavan tuen liikkumiselle. (Sandström & Ahonen 2011, 277-279.) Lantioireenkaalla on tärkeä merkitys pystyasennon hallinnassa sekä suoritettujen liikkeiden aikana. Pystyasennossa ja liikkeissä alustan reaktiovoimat vaikuttavat alhaalta ylöspäin aina alaraajoista lantioon ja lantiosta ylävartaloon. Ylävartalon muodostama kuorma taas jakaantuu lantion kautta alaraajoille. Lantioireenkaan erilaiset virheasennot ja toimintahäiriöt vaikuttavat kehossa ylös- sekä alaspäin.

Voimantuotollisesti ihmiskehon vartalon vahvimmat lihakset sijaitsevat lantion alueella, kuten lonkan sekä vartalon ojentamiseen osallistuva m. gluteus maximus ja antagonistina toimiva lonkan koukistajalihas (m. iliopsoas). Dynaamisen stabiliteetin kannalta lantion yksittäisen lihaksen hyväkään voimantuottokyky ei korjaa alemman tai ylemmän liikeketjun toiminnanhäiriöiden aiheuttamaa lihasinhibitiota, -inaktiiviteettia tai lihasten yhteistyön heikentymistä. (Koistinen 1998, 139, 153.)

Lantio toimii kehonvoimien risteyskohtana liikeketjujen puolivälissä toimien ylä- ja alaraajojen toimintojen synkronoinnissa. Lantiota kuvataan liikekeskukseksi, jossa voimantuotollisesti tehokkaat liikkeet alkavat lantion lihasten aktivoitumisesta. Urheilusuorituksissakin selän kannalta optimaalinen liike ja toiminta lähtevät lantiosta.

Lantion toimiessa liikkeissä optimaalisesti lantio toimii yhtä aikaa voimageneraattorina, iskunvaimentajana ja tasapainoisena alustana selkärangan toiminnalle. (Koistinen 1998, 153.)

Lannerangassa on luonnollinen kaari (lordoosi), joka tasapainottaa rintakehän pysymistä lantion päällä, jolloin asento on tukeva. Lantion keskiasento mahdollistaa kehon tarkoituksenmukaisen toiminnan ja tällöin myös lannerangan nikamien nivelet ovat keskiasennossa ja lanneranka muodostaa luonnollisen lordoosin. Lannerankaa tukevat lihakset pystyvät toimimaan tarkoituksenmukaisesti vain lantion ollessa keskiasennossa. Lonkan ja lantion toiminta luo siis perustan selän oikealle toiminnalle. Toisinaan erilaisissa liikkeissä joudutaan ajoittain luopumaan lantion sekä lanneselän neutraalista asennosta. Lantion sekä lannerangan neutraalilta alueelta poistuesssa myofaskiaalisen järjestelmän tulee toimia kuin vahva kuminauha, jota venytetään ja silloin lihastyö tuotetaan eksentrisesti. Liikkeen palauduttua kohti neutraalialuetta myofaskiaalisen ketjun jännite vähenee. (Sandström & Ahonen 2011, 192.)

Lanneselkäkalvo (thoracolumbaarinen fascia) koostuu pinnallisesta, keskimmäisestä ja syvästä kerroksesta. Pinnallinen kerros koostuu päällimmäisestä kerroksesta (lamina dorsalis), keskimmäisestä kerroksesta (lamina profunda) ja syvästä kerroksesta (lamina ventralis). Fascia thoracolumbalis muodostaa säikeiden avulla verkkomaisen kudoksen, joka on leveimmillään kolmannen lannenikaman tasolla ja kapeimmillaan alimman rintarangan (Th 12) tasolla. Alimman rintarangan tasolta fascian säikeet yhdistyvät vastakkaisen puolen fasciaan, josta ne jatkuvat ristiluun ylitse suoliluun ja ristiluun välisinä ligamentteina. Keskimmäinen ja syväkerros toimii lihasten dynami-soimana. Keskimmäisen kerroksen jännittymistä ilmaantuu mm. m. transversus abdominiksen, m. quadratus lumborum, m. erector spinae tai m. obliquus internus abdominiksen aktivaation myötä. Keskimmäisessä kerroksessa fascia erottaa selän ojentajalihakset m. quadratus lumborumista. Keskimmäinen kerros toimii myös osittain lateraalialueen lihasten lähtökohtana. (Reichert 2008, 52-53, 96).

M. latissimus dorsin ja m. gluteus maximuksen kollageenisäikeet ulottuvat keskilinjan yli ja kiinnittyvät toisiinsa diagonaalisesti. Thoracolumbaarinen fascia muodostaa m.

latissimus dorsin ja vastakkaisen puolen m. gluteus maximuksen välille diagonaalisen silmukan, jonka tehtävä on muun muassa stabiloida voimakkaissa kierroissa SI-niveltä (art. sacroiliaca). Voimakkaan kierron aikana silmukka stabiloi SI-niveltä ja lannerangan syviä osia. (Reichert 2008, 52, 96.)

## 4 Liikekontrollihäiriö

Liikekontrollihäiriö voidaan määrittää liikkeiden tehottomuutena tai lokaalien ja globaalien lihasten virheellisenä aktivoitumisjärjestyksenä. Nämä tekijät johtavat liikekontrollihäiriöihin, joko tiettyyn liikesuuntaan tai tiettyyn liikesegmenttiin. Yleisimpiä liikekontrollihäiriöitä aiheuttavia tekijöitä ovat liikerajoitukset, lihaksen yli-/alikuormitus, virheellinen kehonasento tai trauma. Edellä mainituista tekijöistä aiheutuu kompensatioliikkeitä johtaen liikekontrollihäiriöön. (Comerford & Mottram 2012, 49-50.)

Tuki- ja liikuntaelin vammat syntyvät yleensä, kun lihakset toimivat ja aktivoituvat liikkeissä virheellisessä järjestyksessä, jolloin myös nivelet toimivat epätarkoituksenmukaisesti. Tämä puolestaan johtaa nivelen virheasentoihin ja kipeytymiseen. Lihasten tulisi toimia matalalla teholla vain tarvittavan ajan. Liian pitkään jatkunut kovalla teholla oleva lihastyö muuttuu kestojännitykseksi ja lihas kuluttaa energiavarastot tyhjiin aiheuttaen lihakseen kireyksiä. Lihaksen kireydet puolestaan johtavat liikerajoituksiin sekä kompensatiomalleihin. (Sandström & Ahonen 2011, 184.)

### 4.1 Lantion liikekontrollihäiriö

Mekaaninen toimintahäiriö lantiossa on yleensä monen tekijän yhdistelmä, kuten alueella havaitaan useita liikekontrollihäiriöitä. Nämä vaikuttavat lantion kiputiloihin hyvin monella eri tapaa. Esimerkiksi lantiossa sijaitsevan lonkkanivelen optimaalissa toiminnassa mobilisoivien ja stabilisoivien lihasten täytyy aktivoitua oikeassa järjestyksessä. Esimerkiksi m. gluteus maximus sisältää nämä molemmat ominaisuudet. Ennen liikkeen aloittamista on tultava stabiloiva vaikutus, jos tätä ei esiinny on

m. gluteus maximuksen mobilisoivavaihe virheellinen. Tämän seurauksena lantio-reenkaan alueelle syntyy toimintahäiriö. Lonkassa voidaan havaita liikekontrollihäiriöitä fleksio, ekstensio, adduktio, sisärotaatio tai ulkorotaatio/abduktio liikesuuntiin. Lisäksi voidaan havaita liiallista translaatiota reisiluun päässä. Kyseiset liikekontrollihäiriöt voidaan todeta niitä varten suunnitelluilla liikekontrollitesteillä. Oireiden ja liikekontrollihäiriöiden välistä yhteyttä voidaan tarkastella asennoissa tai aktiviteeteissa, jotka provosoivat oireita. (Comerford & Mottram 2012, 416-417.)

Sagittaalitasossa lantion asento voi olla neutraali, eteenpäin kallistunut (anteriorinen tiltti) tai taaksepäin kallistunut (posteriorinen tiltti). Frontaalitasossa lantio voi olla sivulle kallistuneena tai transversaalitasossa kiertyneenä sivulle. (Clippinger 2007, 177-178.) Mikäli lantio kääntyy anterioriseen tilttiin, lantio kippaa etureunasta alas, jonka myötä lannerangan kaarevuus kasvaa ja asento muuttuu hyperlordoosiin. Lantiossa tapahtuu anteriorinen kääntyminen yleensä, jos lonkankoukistaja lihakset ovat yliaktiiviset ja lyhentyneet. Lisäksi reisiluun sisäkierto aiheuttaa lantion anteriorista rotatoitumista. Lantiossa voi myös tapahtua posteriorinen tiltti, jossa lantion etureuna kippaa ylös ja lannerangan luonnollinen lordoosi suoristuu. Mikäli lantion asento on posteriorisesti rotatoitunut, on syynä yleensä yliaktiiviset ja lyhentyneet suorat vatsalihakset (m. rectus abdominis). Liikkeiden aikana lantion posteriorisen kiertymisen stabiliteetista vastaa iso pakaralihas, takareidet sekä iso lähentäjälihas ja etupuoella suoravatsalihas. Näiden oikea-aikaisella lihastyöllä lantio toimii optimaalisesti. Yhdellä jalalla seistessä nilkkaan syntyy pronaatio, jonka myötä alaraaja pyrkii sisäkiertoon vaikuttaen myös lantio-reenkaan asentoon. Tukijalan loitontajalihasten täytyy työskennellä eksentrisesti ja isometrisesti pitääkseen lantiokorin optimaalisessa asennossa. Mikäli lonkan ulkorotaattori- sekä abduktiolihakset eivät toimi optimaalisella tavalla, havaitaan yhdelle jalalle varattaessa lantiokorin putoamista sekä lonkassa liiallista sisäkiertoa. (Sandström & Ahonen 2011 204-206, 278.)

## 4.2 Liikekontrollihäiriöiden tunnistaminen

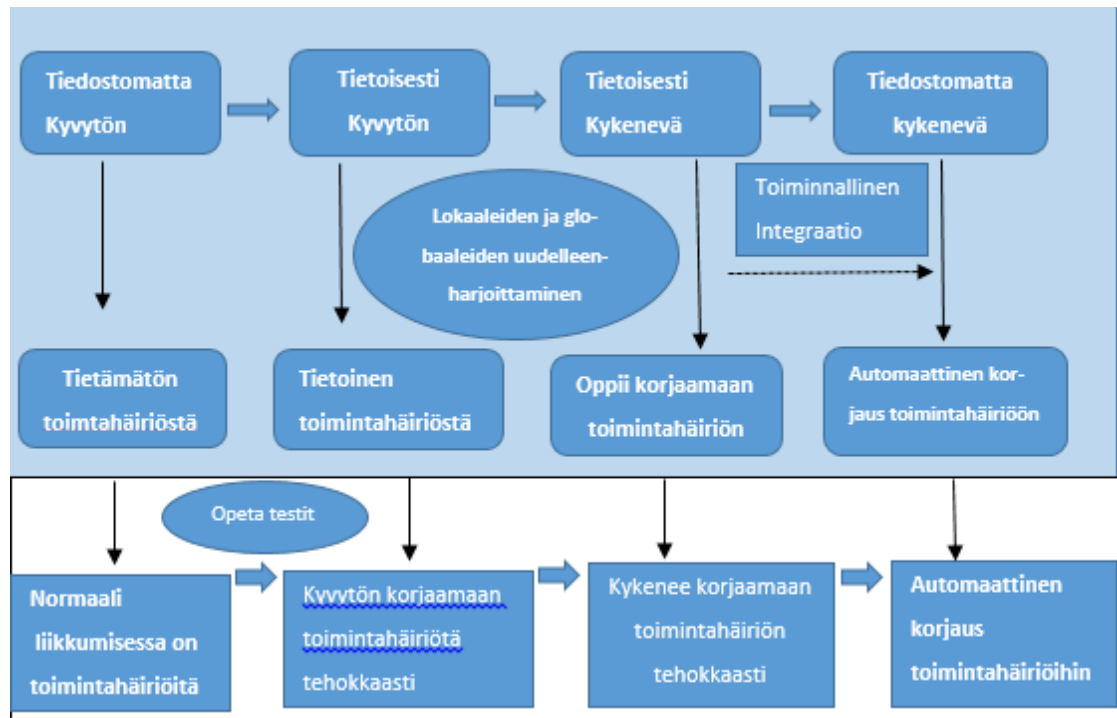
Liikekontrollihäiriöiden tunnistamiseen on kehitelty erilaisia testipatteristoja, missä mitataan kykyä kontrolloida liikkeitä ja liikesuuntia. Liikekontrollia tulisi arvioida nive-

len keskiasennossa eli neutraalilla harjoitusalueella. Tällä varmistetaan, etteivät passiiviset tukirakenteet tai rajoitukset vaikuta nivelen toimintaan, vaan mahdollistetaan nivelen vapaa liikkuminen. (Comerford & Mottram 2012, 53-54.)

## 5 Liikekontrollin uudelleenharjoittaminen

Liikekontrollin uudelleenharjoittaminen riippuu kontrolloimattoman liikkeen sijainnista, suunnasta tai toimintahäiriöstä. Liikekontrollitesteillä tulisi saada kontrolloimattoman liikkeen aiheuttajat mahdollisimman tarkasti selville, kuten liikerajoituksesta aiheutuvat kompensatiomallit. Tutkimuksissa on todettu yksilöllisesti suunniteltujen harjoitusohjelmien olevan tehokkaampia menetelmiä uudelleenharjoittamisessa, kuin yleisesti annettavat ohjeet. Uudelleenharjoittamisessa opetellaan rekrytoimaan tarkoituksenmukaisia lihaksia tavoitellussa liikesuunnassa. Harjoitteet tulee tehdä laadullisesti oikein ja sillä nivellaajuudella, missä liikkeiden laatu säilyy. Harjoitteista tulee antaa palautetta tekijälle ja se voi tapahtua mm. visuaalisesti peilin avulla, verbaalisesti kuvailemalla tai lihasteippien avulla. Nämä menetelmät ovat hyödyllisiä antamaan palautetta nivelen asennosta ja liikkeestä. (Comerford & Mottram 2012, 63-68.)

Oikean tyyppisellä harjoittelulla ihminen oppii käyttämään kehoaan optimaalisella tavalla ja harjoittelu vaatii pitkäjänteistä motivoitunutta toimintaa. Liikehäiriöiden aiheuttamista ongelmista venyttelyllä ei ole merkittäviä vaikutuksia, vaan kontrolloimaton liike tulisi harjoittaa uudelleen palauttaen lihaksen normaalin toiminnan. Esimerkiksi yksi takareisien kireyksiä aiheuttava tekijä on heikentynyt m. gluteus maximuksen toiminta liikkeiden aikana. Tämän seurauksena takareiden lihakset joutuvat normaalia kovemmalle rasitukselle johtaen yllirasitustilaan. Venyttelyn sijaan tulisi harjoittelussa kiinnittää huomiota pakaralihaksen toimintaan, jolloin takareisien tekemä työ liikkeissä vähenee. (Sandström & Ahonen 2011, 184.)



Kuvio 2. Uudelleenharjoittamisen prosessi

(Lähde: Mukailtu Comerford & Mottram 2012, 73).

Liikekontrollin uudelleenharjoittamisesta voidaan käyttää myös termiä motorinen oppiminen, mitä tapahtuu harjoittelun ja kokemusten perusteella. Uudelleenharjoittamisessa ja uusien motoristen taitojen oppimisessa tulee olla aina tavoite. Varhaisessa aikuisiässä motorinen oppiminen tapahtuu hermosolujen uudelleen muokkauksen kautta. Jotta harjoittelulla voidaan vaikuttaa motorisiin taitoihin, tulee määrän ja toistuvuuden olla suurta. Harjoittelu tulee kohdistaa juuri haluttuun osa-alueeseen ja löytää osaharjoitteet, jotka vastaavat ominaisuuksiltaan lajissa vaadittavia ominaisuuksia. Ennen harjoittelua on tärkeää määrittää henkilön suoritustaso, ettei aloiteta liian haastavista harjoitteista, vaan edetään progressiivisesti kohti tavoitetta. Elimistö adaptoituu nopeasti rasitustasoon, jolloin harjoittelulla ei ole enää kehittäviä vaikutuksia. Harjoittelua tulisi pitää mahdollisimman monipuolisena ja progressiivisena, ettei elimistö adaptoituisi samalle tasolle. Harjoittelussa on myös tärkeää määrittää yksilöllisyys, koska on paljon tekijöitä, jotka vaikuttavat kehitykseen, kuten fysiologiset ja psyykkiset ominaisuudet, jotka ovat hyvin yksilöllisiä. Oikein suunnitellulla harjoittelulla elimistössä tapahtuu superkompensaatiota eli suoritustaso nousee lähtötasoa korkeammalle. Superkompensaatiota tapahtuu, mikäli kuormitustaso ja

lepo ovat hyvin tasapainossa. Harjoittelun aikana tapahtuu kudoshajontaa ja suoritustaso laskee hetkellisesti. Levossa kudosvauriot lähtevät paranemaan ja muokkautumaan räsytystä vaatimalle tasolle. (Kauranen 2011, 371-374.)

## 5.1 Lihasten ominaisuuksien merkitys liikkeiden kontrolloinnissa

Lihasten toiminta ja fysiologia on tärkeä tietää, kun arvioidaan liikekontrollia sekä aloitetaan liikekontrollin uudelleenharjoittaminen. Lihastoimintaa voidaan analysoida mobiilisella toiminnalla, asennon kontrollin toiminnalla, stabiliteetin toiminnalla sekä proprioseptisen palautteen avulla. Mobiilisessa toiminnassa lihakset konsentrisesti lyhentyvät tuottaakseen nivelen liikelaajuuden ja kiihdyttää kehon liikettä osa kerrallaan. Isometrisellä lihastyötavalla ylläpidetään asentoa asennon kontrollissa. Stabiliteetin toiminnassa lihakset eksentrisesti pidentyvät jännityksessä hidastaakseen liikettä ja kontrolloidakseen liiallista nivelen liikelaajuutta. Lihasten yhtenäisestä toiminnasta sekä lihasjäykkyydestä ja -jännityksestä tuotetaan proprioseptistä palautetta keskushermostolle. (Comerford & Mottram 2012, 23.)

Lihasten roolit jaetaan ominaisuuksien mukaan stabiloiviin ja mobilisoiviin. Stabiloivien lihasten ominaisuuksia ovat yhden nivelen stabilointi, lyhyt vipuvarsi, lyhyt liikelaajuus, laajat aponeuroottiset insertiot, kehon kuorman kannattelu, staattinen pito sekä nivelen kompressio ja lisäksi stabiloivat lihakset sijaitsevat syvällä. Asennon kontrollissa stabiloivien lihasten rooli on erityisesti transversaalitasossa. Rotaatiota kontrolloidaan eksentrisen hidastumisen tai liikkeen vastustamisen johdosta. Mobilisoivien lihasten ominaisuuksia ovat kahden tai useamman nivelen liikuttaminen, pitkä vipuvarsi, laajat liikeradat ja ovat massaltaan suuria. Lihassäikeet ovat yksisuuntaisia ja lihaksilla on jänneinsertiot, joilla lihakset kiinnittyvät luuhun. Mobilisoivat lihakset ovat pinnallisia, joilla on kyky tuottaa nivelsuuntaisesti nopeasti liikettä. Lisäksi mobilisoivilla lihaksilla on kyky tuottaa nopeasti voimaa ja tehoa liikkeeseen. (Comerford & Mottram 2012, 24.)

Stabilisoivien ja mobilisoivien toimintahäiriöt ovat erilaisia. Stabiloivien lihasten toimintahäiriön ennusmerkkejä ovat lihasten inhibitio, liiallinen venyvyys, löysyys sekä heikkous. Mobilisoivien lihasten toimintahäiriön ennusmerkkejä ovat taas lihasten



yliaktiivisuus, vähentynyt liikelaajuus sekä liiallinen jäykkyys. (Comerford & Mottram 2012, 24.)

#### 5.1.1 Lokaalit stabiloivat lihakset

Bergmarkin (1989) kehittämässä lihaskontrollissa kuorma siirtyy lannerangassa, joko lokaalien tai globaalien järjestelmän lihaskontrollina. (Comerford & Mottram 2012, 24). Lokaalit stabiloivat lihakset ovat pieniä, jotka menevät yhden nivelen yli muodostaen syvimmän lihaskerroksen. Lokaalit stabiloivat lihakset kiinnittyvät segmentaalisesti lannerangan nikamiin, joilla on minimaalinen voimantuotto ja minimaalinen lihaspituuden muutos tai ei ollenkaan. Lokaalit lihakset eivät tuota tai rajoita liikku mista, vaan niiden tehtävä on kontrolloida selkärangan kaarevuutta sekä ylläpitää mekaanista jäykkyyttä kontrolloidakseen rangan intersegmentaalista translaatiota toiminnallisten liikkeiden aikana. Lokaalit lihakset kontrolloivat jokaiseen suuntaan vaihtuvia asennon muutoksia sekä alhaisen ulkoisen kuormituksen muutoksia. Lokaaleilla lihaksilla on jatkuva aktiviteetti ennen liikettä sekä jatkuvasti liikkeen aikana. Nämä rekrytoituvat eri kuormitusasteilla ja kontrolloivat translaatiota kaikissa toiminnallisissa toiminnoissa, niin matalan kuormituksen kuin suuren kuormituksen kontrollissa. Matalan kuormituksen liikkeitä ovat esimerkiksi asennon kontrollointi ja matalan kuormitustason liikkeet. Suuren kuormitustason liikkeitä taas ovat esimerkiksi nopeat liikkeet ja suuren kuormituksen kontrollointi. Nivelen liikkeiden ääripäissä passiiviset kudokset, kuten ligamentit ja nivelkapseli myös estävät translaatiota sekä ylimääräistä liikettä. Lokaaleilla lihaksilla ei ole antagonistilihaksia. (Comerford & Mottram 2012, 24-25.) Proprioseptisesti lokaalit stabiloivat lihakset kertovat nivelen asennosta sekä liikkeen laajuudesta. Lokaalien stabiloivien lihasten toimintahäiriöitä ovat motorisen kontrollin vajeus liittyen viivästyneeseen aktiviteettiin, kipuun reagoiminen inhiboimalla, jossa lihas ei aktivoidu. Lisäksi toimintahäiriöitä ovat huono segmentaalinen kontrolli sekä nivelen neutraalin asennon kontrolloinnin menettäminen. (Comerford & Mottram 2012, 29.)

### 5.1.2 Globaalit stabiloivat ja mobiloivat lihakset

Globaalit lihakset ovat pinnallisia ulkoisessa lihaskerroksessa, jotka menevät yhden tai useamman nivelen ylitse. Globaalit lihakset omaavat suuren vääntömomentin liikealueella, jossa lihas konsentrisesti lyhenee tuottaakseen liikettä ja eksentrisesti pitenee tai isometrisesti ylläpitää kontrollia liikkeessä. Globaalit lihakset ja vatsaontelon paine siirtää lataavaa painetta rintakehän ja lantion välillä. Globaaleilla lihaksilla on suuntaspesifiset antagonistilihakset. Globaalien lihasten järjestelmässä yhden nivelen yli menevillä globaaleilla lihaksilla on stabiloiva rooli ja kahden tai useamman nivelen yli menevillä on liikkeen aikaansaava rooli (mobility role). Globaalit lihakset vastaavat liikkeiden tuottamisesta ja liikkumisen suunnasta. Tämän vuoksi globaalit lihakset voivat muuttaa lihaspituuttaan merkitsevästi liikkeiden aikana. Globaalit lihakset aktivoituvat vähäisessä kuormituksessa sekä suurissa kuormitustoiminnoissa. (Comerford & Mottram 2012, 25-26.)

Globaalit stabiloivat lihakset tuottavat voimaa kontrolloidakseen liikettä eksentrisesti sekä ylläpitävät asentoa isometrisesti. Lihasten aktiviteetti on usein liikesuuntakohista, jolloin ne aktivoituvat suuren kynnyksen liikkeissä, kuten nopeissa ja voimakkaissa liikkeissä. Globaalien lihasten toimintahäiriössä lihas ei kykene supistumaan eritasoisten liikkeiden aikana ja rotaation hallinta heikkenee liikkeiden aikana. Heikentyneen toiminnan myötä antagonistilihas ottaa suuremman roolin aktivoitumisessa, joka johtaa liikekontrollihäiriöihin. (Comerford & Mottram 2012, 29.)

Globaalit mobiloivat lihakset tuottavat suuren vääntömomentin muodostaakseen nivelen liikkeen. Nämä supistuvat usein konsentrisesti ja niillä on kyky absorboitua äkilliseen suureen kuormaan, mutta kyseisten lihasten aktiviteetti on katkonaista. Globaalien mobiloivien lihasten toimintahäiriöissä menetetään myofaskiaalinen venyvyys. Matalan kynnyksen toiminnoissa globaalien lihasten yliaktivoituminen heikentää stabiloivien lihasten roolia. Lisäksi globaalien mobiloivien lihasten toimintahäiriöissä esiintyy spasmeja reagoidessa kipuun. Kontrolloimattoman sagittaalitasoon liikkeen hallinnassa globaalit mobiloivat lihakset usein yliaktivoituvat. (Comerford & Mottram 2012, 29.)

Lokaalien ja globaalien lihasten järjestelmän tehtävä on työskennellä yhtenäisesti tehokkaan normaalin toiminnan kannalta, koska erikseen kumpikaan järjestelmä ei voi kontrolloida kehon liikesegmenttien toiminnallista stabiilisuutta. (Comerford & Mott-ram 2012, 26.)

## **6 Suljetun ja avoimen liikeketjun määrittäminen**

Kaurasen (2011) mukaan avoimen ja suljetun ketjun liikkeiden erotteluun vaikuttaa suoritusnopeus. Yksilö kontrolloi liikkeitä avoimen ja suljetun ketjun kautta riippuen suoritettujen liikkeen nopeudesta. Avoin ja suljettu liikeketju poikkeavat toisistaan liikkeestä saadun sisäisen palautteen mukaan. Suljetun ketjun liikkeet voidaan luokitella hitaiksi liikkeiksi, missä elimistön proprioseptinen järjestelmä tuottaa palautteen liikkeen aikana ja palautteesta saadaan hyötyä liikkeen ohjauksessa. Kauranen soveltaa tätä Jack Adamsin vuonna 1971 esittämään teoriaan, missä motorinen ja sensorinen järjestelmä toimivat yhdessä jatkuvasti ja tavoite on tuottaa liike mahdollisimman optimaalisesti sensorisen palautteen avulla. (Kauranen 2011, 135-136.)

Suljetussa ketjussa liikkeet suoritetaan mahdollisimman tarkasti sensorisen palautteen avulla. Ihmisellä hermoimpulssin kulkeminen koko kehän läpi kestää noin 300-350 millisekuntia, minkä vuoksi palautejärjestelmää voidaan hyödyntää vain hitaissa liikkeissä. Nopeissa liikkeissä hermoimpulssin ollessa alle 300-350 millisekuntia palautejärjestelmää ei voi käyttää, koska ensimmäiset noin 350 millisekuntia liikkeestä tapahtuu ilman sensorista palautetta. Suljetun ketjun kontrollijärjestelmäksi kutsutaan hitaita liikkeitä, jossa palautejärjestelmä kykenee antamaan palautetta liikkeen laadusta ja korjaamaan liikettä liikkeen aikana. Viiveen vuoksi ihminen voi tuottaa noin kolme liikettä tai liikekorjausta yhden sekunnin aikana. Tämän vuoksi nopeissa liikkeissä viiveellä on suuri merkitys motoriseen suorituskyykyyn. (Kauranen 2011, 136-137.)

Avoimen ketjun liikkeiksi luokitellaan nopeat liikkeet, joissa palautejärjestelmä ei ehdi tuottamaan hyödyllistä palautetta keskushermostolle. Nopeiden liikkeiden palaute käsitellään ennakkoon ja jälkeen suorituksen. Tämä perustuu Richard Schmidtin vuonna 1975 esittelemään skeemateoriaan avoimen ketjun liikkeiden muodostuksesta ja kontrolloinnista. Schmidtin teoriassa avoimen ketjun liikkeet ovat nopeita, missä ihmisen motorinen järjestelmä hyödyntää ennakkoon suunniteltuja liikemalleja sekä ohjelmoituja useiden yksittäisten liiketoimintojen sarjaa. Ennen liikkeen suorittamista motorinen järjestelmä suunnittelee liikesarjan ennakkoon, jonka jälkeen tieto lähetetään hermoimpulsseina kortikospinaaliratoja pitkin lihaksille. Avoimen ketjun nopeissa liikkeissä elimistön proprioseptiikka ei kykene nopean suorituksen aikana keräämään tietoa, mutta keskushermosto käsittelee liikkeestä saatuja tuntemuksia ennen ja jälkeen suorituksen. Tämän toiminnan avulla saadaan tietoa kehon asennoista ja tuntemuksista, kuinka suorittaa suoritus toivotulla tavalla. Nopeasti suoritettujen liikkeiden jälkeen keskushermosto saa sensorista tietoa asennoista, lihasten jännitystasosta, ympäristöstä, suoritustasosta sekä tuntemuksista. (Kauranen 2011, 137-138.)

## 6.1 Plyometrinen harjoittelu osana liikekontrollin kehittämistä

Plyometrisessä harjoittelussa esiintyy paljon samoja ominaisuuksia, kuin Kaurasen (2011, 136-137) esittämässä avoimen liikeketjun toiminnassa. Plyometrisia harjoitteita ei tule tehdä, mikäli liikehallinnassa havaitaan merkittäviä ongelmia tai haasteita. Plyometrinen harjoittelu aloitetaan, kun suljetun ketjun harjoittelu onnistuu kontrolloidusti. Harjoitteiden progressiivisuus tulee edetä järkevästi ja aina yksilöllisesti, varsinkin loukkaantumisten jälkeisessä kuntoutusohjelmassa. Kahden jalan harjoitteet ovat hyvä tapa aloittaa varsinkin matalatehoisissa drilleissä ja pudotushypyissä. Pudotushypyissä pudotuskorkeutta tulee kasvattaa progressiivisesti. Yksi tärkeimmistä asioista harjoitteissa on huomioida oikea suoritustekniikka. Heikko liikekontrolli plyometrisissä harjoitteissa altistaa uusille vammoille. Urheilijalle on annettava välittömästi palautetta, mikäli tekniikassa havaitaan kontrolloimatonta liikettä. (Davis, Riemann & Manske 2015.)

Monet tutkimukset osoittavat plyometrisen harjoittelun, kuten hyppelyiden ja loikkien kehittävän liikkeiden hallintaa, lihasten tehontuottoa, juoksun taloudellisuutta sekä parantavan nivelten stabiiliteettia. Yhä useammat urheilufysioterapeutit ovat huomanneet plyometrisen harjoittelun hyödyt, koska monesti perinteiset liikehallintaharjoitteet eivät vastaa lihasmekaniikaltaan täysin urheilijan lajisuoritusta. Kontraindikaatioita plyometriselle harjoitteille ovat kipu, inflamaatio, akuutti tai subakuutti venähdykset, nivelen instabilitetti ja pehmytkudoksen rajoitukset postoperatiivisessa vaiheessa. Yksi merkittävimmistä kontraindikaatioista ovat urheilijat, jolla ei ole yhtään harjoittelutaustaa hyppely tai loikkaharjoittelusta (Davis, Riemann & Manske 2015.) Harjoittelussa on tärkeää huomioida refleksitoiminnan merkitys lihasjäykkyyden säätelyssä ja siksi on tärkeää harjoitella lähellä lajin vaatimustasoja. Tällä tavalla kehitetään hermolihaskäytännön toimintaa lajin edellyttämälle tasolle, mikä on myös tärkeää loukkaantumisten ennaltaehkäisyssä. (Mero ym. 2007, 57-59).

#### 6.1.1 Plyometrisen harjoittelun lihasmekaniikka

Plyometrisessä liikkeissä, kuten pudotushyppyjen maakontaktissa esiintyy eksentrisen esivenytys vaihe. Tutkimukset ovat osoittaneet tehokkaan eksentrisen esivenytys vaiheen parantavan konsentrista voiman tuottoa suorituksessa. Esivenytysvaihe sisältää kolme eri venytysmuuttujaa: venytyksen voimakkuus, venytyksen määrä ja venytyksen kesto aika. Käsittelemällä näitä kolmea eri ominaisuutta voidaan merkittävästi kehittää kudosten elastisen energian varastointi kykyä eksentrisen esivenytyksen aikana. Eksentrisessä esivenytysvaiheessa esiintyy elektromekaanista viivettä, mikä tarkoittaa aikaa, missä lihasten reseptorit vastaavat liikkeeseen supistamalla lihasta eli eksentrisen liike pysäytetään. Mikäli eksentrisessä vaiheessa esiintyy viivettä, varastoitunutta elastista energiaa ei voida hyödyntää ja seurauksena on konsentrisen vaiheen tehottomuus. Yksi tärkeimmistä tavoitteista plyometrisellä harjoitteilla on kehittää juurikin venytysrefleksin toimintaa. Tämä nopea lyhenemis-venymis -sykli tuottaa voimakkaan reaktion, mikä kasvattaa raajan tuottamaa nopeutta ja kehittää ominaisuutta, missä tuotetaan voimaa lyhyessä ajassa. (Davis, Riemann & Manske 2015)

Kehon proprioreseptorit, kuten lihasspindelit, golgin jänne-elin ja nivelten mekanoreseptorit ovat hyvin tärkeässä roolissa plyometrisissä harjoitteissa. Mitä nopeampi venytys kohdistuu kudoksiin, sitä vahvemman signaalin lihasspindelit lähettävät keskushermostolle kasvattaakseen lihassupistusta venymistä vastaan. Golgin jänne-elin tehtävä on suojella lihasta ja inhiboida lihasta, mikäli se havaitsee lihaksen paineen kasvavan liian suureksi. Plyometrisen harjoittelun tarkoitus on kasvattaa neurologisten reseptoreiden herkkyyttä ja totuttaa golgin jänne-elin paineeseen, jolloin ei tapahdu niin herkästi inhiboivaa vaikutusta ja näin kehitetään reaktiivisuutta hermolihaskäytännössä. Hermolihaskäytännön ja koordinaation kehityksen myötä lihakset reagoivat nopeasti erilaisiin toimintoihin ja liikkeet tulevat enemmän automaattisemmiksi. (Davis, Riemann & Manske 2015.)

## 7 Pituushypyn lajiansalyysi

Yleisurheilun hyppylajeista pituushyppy on helpoin suorittaa, mutta suorituksena pituushyppy vaatii teknistä osaamista. Pituushyppysuoritus jaetaan vauhtiin, ponnistukseen, ilmalentoon sekä alastuloon, joista vauhtijuoksu ja ponnistus määräävät yli 95% hypyn lopputuloksesta. Pituushypyn ponnistusta pidetään pituushypyn tärkeimpänä vaiheena. Ponnistuksessa hyppääjän täytyy muuttaa vauhdissa saavutettu horisontaalinopeus horisontaaliseksi- ja vertikaaliseksi nopeudeksi. Mahdollisimman pitkälle hypättäessä tärkeintä on saavuttaa vauhtijuoksussa mahdollisimman suuri horisontaalinen nopeus ja päästä mahdollisimman hyvään ponnistusasettoon. Pituushypyn vauhtijuoksun pituus on yksilöllistä, riippuen yksilön juoksunopeudesta sekä kiihdytyskapasiteetista. Keskimäärin pituushypyn vauhtijuoksu kilpailutilanteessa on noin 15-23 askelta, riippuen edellä mainituista tekijöistä. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 132; Hong & Bartlett 2010, 58-59.)

Pituushypyn vauhtijuoksun alussa korostuu työntävä askel ja loppuvauhdissa korostuu loppurytmitys askeltiheyttä lisäämällä. Askeltiheyden lisääntymisestä ei saa kuitenkaan seurata nopeuden hidastuminen. Vauhtijuoksu on aktiivista, jossa juostaan lantio korkealla ja painetaan askelta painopisteen alle. Lihaksiston esijännitysten

avulla mahdollistetaan tehokas toiminta, jolloin juoksussa on tehokas työntövaihe ja lyhyt kontaktiaika alustaan. Tehokas voimantuotto lyhyellä kontaktiajalla lisää suori-  
tuksen tehokkuutta. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 133.)

Vauhtijuoksun kaksi viimeistä askelta rytmittää ponnistuksen ja määrää ponnistus-  
asennon. Tyypillisesti toiseksi viimeisen askeleen mitta on pisin ja viimeisen askeleen  
lyhin. Tätä ponnistuksen rytmitystä kutsutaan kaksoisponnistukseksi, jossa kehon  
painopiste on alimmillaan toiseksi viimeisen askelkontaktin puolivälissä. Tämän jäl-  
keen kehonpainopiste jatkaa nousuaan ilmalennon lakipisteeseen saakka. Toiseksi  
viimeisen askelkontaktin työntövaiheessa tulee työskennellä erittäin aktiivisesti, joka  
mahdollistaa kehon painopisteen nousun. Ponnistuksen aikana menetetään vaakano-  
peutta, mutta vaakanopeuden menetys pyritään minimoimaan. Ponnistuksen rytmi-  
tyksen ansiosta hyppääjä pääsee hyvään ponnistusasentoon sekä minimoidaan liialli-  
nen horisontaalisen nopeuden hidastuminen. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 133-  
134; Hong & Bartlett 58-59.)

Ilmalennossa hyppääjän täytyy kontrolloida vartaloaan, eikä päästää vartaloaan kier-  
tämään eteenpäin ponnistuksen myötä. Ilmalennon aikana hyppääjän painopisteen  
rata on parabolinen ja sen pituus määräytyy ponnistusalustasta irrottautuesssa. Ilma-  
lennon aikana pyritään säilyttämään tasapaino kullekin hyppääjälle tyypillisin liikkein,  
jolloin saavutetaan mahdollisimman hyvä alastuloasento. Kontrolloidulla ilmalennolla  
ja alastulotekniikalla hypyn lopputulokseen voidaan vaikuttaa noin 20-30senttiä.  
Alastuloasennossa hyppääjän kantapäät tulevat hiekkaan painopisteen radan etu-  
puolelle, jonka jälkeen polvet koukistuvat. Alastulossa pyritään välttämään taakse-  
päin kaatumista tai muun kehonosan jättämistä, jolloin hypyn pituudenmitta vä-  
hentyisi. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 132, 137-139.)

## 7.1 Pituushypyn ponnistus

Vauhtijuoksun viimeisten askelten aktiivisuus on tärkeää pituushypyn ponnistuk-  
sessa. Tavoitteena on muuttaa horisontaalinopeutta vertikaalinopeudeksi mahdolli-  
simman pienellä horisontaalinopeuden laskulla, jolloin nopeus säilyy mahdollisim-  
man suurena. Toiseksi viimeinen askel on tyypillisesti pisin ja viimeinen askel lyhin,

jolloin viimeisen askeleen aikana polvi ei enää nouse niin korkealla verrattuna edeltäviin juoksuaskeleisiin. Ponnistuksessa jalka tuodaan lyhyen viimeisen askeleen myötä nopeasti lankulle painaen jalkaa aktiivisesti taakse-alas koko jalkapohja edellä. Ponnistuksessa heilahtavajalka vastavuoroisesti nousee ponnistusjalan vierelle keventämään ponnistusta. Toiseksi viimeisen askeleen eli vapaanjalan heilahdus alkaa lonkanivelestä ja tämän myötä kehonpaino piste nousee. Myös yläraajojen vastaliikkeillä on merkittävä apu ponnistuksen tehokkuudessa. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 134.)

Ponnistuksen törmäysvaiheessa voima on yli 8000N eli yli 815kg ja siinä lantion, polven ja nilkan ojentajalihakset venyvät. Pituushypyn ponnistuksessa kehoon kohdistuva kuormitus on 8-10 kertaa oman kehonpaino. Kovan törmäysvoiman seurauksena ojentajalihaksilta vaaditaan riittäviä jäykkyysominaisuuksia ja siirtyminen törmäysvaiheesta tukivaiheeseen tulisi tapahtua mahdollisimman nopeasti. Hyppääjillä toimii ponnistuksessa pivot mekanismi ja ponnistusjalan polvessa tulisi tapahtua törmäyksessä mahdollisimman vähän koukistusta. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 134; Hong & Bartlett 2010, 61; Sandström & Ahonen 2011, 331.)

Ponnistuksessa lantion tulee olla edessä ylhäällä sekä ylävartalo ja pää tulevat olla suorassa linjassa. Ponnistuksen työntövaiheessa jalka ojentuu voimakkaasti lonkasta, polvesta sekä nilkasta ja vapaajalka jatkaa heilahdustaan eteen- ja ylöspäin lähes vaakatasoon asti. Työntövaiheen myötä irrottautuesssa lankulta asento on halkinainen, jossa ponnistusjalka on ojentuneena ja heilahtavan jalan reisi on noussut lähes vaakatasoon. Myös kädet ovat vastaliikkeen myötä mahdollisimman korkealla ja tämän myötä kehon painopiste on korkeammalla jatkaen nousuaan aina lakipisteeseen saakka. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 134.)

Hyppääjä pyrkii ponnistamaan ylös kovasta horisontaalinopeudesta ja lentorata määrittyy nopeuden ja ponnistuskulman mukaan. Suurempi vertikaaliseen suuntaan tuotettu nopeus lankulla antaa ilmassa enemmän aikaa valmistautua alastuloon. Hyppääjillä, joilla nopeampi vaakanopeus on pienempi nopeus lankulla pystysuuntaan ja tällöin vähemmän aikaa ilmassa. Pidemmillä ponnistuskontaktiajoilla lankulla



hyppääjä asettaa jalan massakeskipisteen eteen, joka hidastaa vaakanopeutta, mutta mahdollistaa suuremman vertikaalinopeuden. Ponnistuksessa optimaaliseksi ponnistuskulmaksi tarjotaan kompromissia, jossa vertikaalinen voimaimpulssi ja horisontaalinen jarrutusimpulssi ovat yksilöllisesti hyppääjälle optimaalisessa suhteessa. Pituushypyn optimaalinen ponnistustekniikka on juosta lankulle mahdollisimman kovaa ja tuikata ponnistusjalka horisontaalisesti noin 60-65asteeseen. (Hong & Bartlett 2010, 61.)

## 7.2 Ponnistuksen biomekaniikka

Ponnistuksessa kehon painopisteelle tuotetaan kiihtyvyys ylöspäin ja tavoitteena säilyttää mahdollisimman suuri horisontaalinen nopeus. Ponnistuksessa on eksentrisen vaihe törmäyksessä ja konsentrisen vaihe työntövaiheessa. Painopiste siirtyy eksentrisen ja konsentrisen vaiheen aikana ponnistavan jalan etupuolelle. Horisontaalinen nopeus tuotetaan vauhtijuoksun aikana, joka täytyy ponnistuksen aikana muuttaa horisontaaliseksi sekä vertikaaliseksi nopeudeksi tuottamalla ponnistuksessa maahan voimakomponentteja. Voimakomponentit työntävät hyppääjää ponnistuksessa ylös- ja eteenpäin. Ponnistuksessa eksentrisen voiman eli jarrutusvoiman lisäyksellä saavutetaan suurempi ylöspäin suuntautuva nopeus. Ylöspäin suuntautuvan nopeuden ei saa vähentää liikaa vaakanopeutta. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 166.)

Kehon segmenttien tulee tuottaa eteen- ja ylöspäin suuntautuvia voimia ponnistuskontaktin aikana. Tehokkaassa ponnistuksessa ponnistusjalan ojentajalihakset varastoivat elastista energiaa ponnistuksen jarrutusvaiheessa. Nopea eksentrisen- ja konsentrisen vaihe kontaktissa tuottaa suuremmat voimat. Lisäksi ponnistuksen lyhyt voimantuottoaika säilyttää paremmin vaakanopeuden. Painopisteen horisontaalinen nopeus ponnistuksen aikana laskee vähemmän hyvillä hyppääjillä verrattuna heikompitasoihin hyppääjillä, koska kontaktiajat ovat lyhyempiä. Ponnistuskontaktissa pienempi resultanttinopeuden väheneminen kertoo pidemmästä hypystä. Viimeisten askelten suuren askelfrekvenssin ja lyhyen kontaktiajan myötä resultanttinopeus säilyy parhaiten. Ponnistuksen nopeuden säilymisessä merkittävä osuus on myös vapaanjalan eli heilahtavan jalan ajoituksessa. Toiseksi viimeisen askelkontaktin lopussa heilahtava jalka heilahtaa suurimpaan mekaaniseen energiaan, joka korreloi suuresti

kehon painopisteen resultanttinopeuteen sekä hypyn pituuteen. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 166, 171.) Kulmakihtyvyys juoksuaskeleissa vaihtelee negatiivisesta positiiviseen arvoon, jossa etutukivaihe on negatiivinen arvo ja työntövaihe positiivinen arvo, koska alustaan tuotettu reaktiovoiman vaikutussuora ei aina kulje kehon painopisteen kautta. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 166, 171.)

Pituushypyn ponnistuksessa syntyy kiertoliikkeitä sagittaali-, frontaali- ja horisontaalitasossa. Hyppääjälle ongelmallisin kierto on sagittaalitasossa tapahtuva kierto. Ponnistusjalan tukipisteen paikka suhteessa kehon painopisteeseen ratkaisee, kuinka paljon hyppääjälle aiheutuu kiertoa sagittaalitasossa. Kaikilla hyppääjillä tulee sagittaalitasossa eteenpäin kiertoa, mutta haittavaikutuksia voidaan vähentää kontrolloidun ilmalennon aikana. Eteenpäin aiheutuvaa kiertoa ei tule hakea viimeisen askeleen pituutta lisäämällä, koska se heikentää horisontaalista nopeutta. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 166, 171-172.)

Kyröläinen (ym. 1987) tutki lihasaktiivisuuksia pituushypyn kahdesta viimeisestä askeleesta. Lihasten aktiivisuutta tutkittiin elektromyografialla (EMG) m. gastrocnemiuksesta, m. vastus lateraliksesta, m. gluteus maximuksesta ja m. tibialis anteriorista. Esiaktiivisuudet olivat lyhyempiä toiseksi viimeisessä askelkontaktissa kuin ponnistuskontaktissa, mutta yksilöllisiä eroja oli hyppääjien suhteen. Toiseksi viimeisessä kontaktissa korostuu työntövaiheen konsentrisen osuus ojentajalihasten, pakaralihasten ja reiden takaosienlihaksilla, jotta kehon painopistettä saadaan nousemaan ponnistuskontaktiin ja päästään hyvään ponnistusasentoon. Myös pohjelihas-ten aktiivisuus konsentrisessä vaiheessa on tärkeää, joka ohjaa aktiivisen työnnön kautta hyppääjää hyvään ponnistusasentoon. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 173-174).

Ponnistuskontaktin aikana on havaittu elektromyografialla tutkittaessa lihasten toimintaa, jossa m. gluteus maximus on aktivoituneena ensin isometrisesti ja sitten konsentrisesti. Takareidet ovat konsentrisesti aktivoituneina koko ponnistuksen ajan ja m. rectus femoris vaikuttaa, joko ensin isometrisesti ja sitten eksentrisesti tai eksent-

risesti koko ponnistusvaiheen ajan. Ponnistuksessa ensin eksentrisesti ja sitten kon-  
sentrisesti työskentelevät m. vastus lateralis, m. soleus ja m. gastrocnemius. Ponnis-  
tuskontaktin aikana lihasaktiivisuuksissa on suuria yksilöllisiä eroja hyppääjien taito-  
ja ominaisuustekijöiden vuoksi. Harjoittelulla pystyy vaikuttamaan toiminnalliseen  
venytysrefleksiin, joka lisää lihasten aktiivisuutta ponnistuskontaktin alussa. Hyppää-  
jän kehittyessä ponnistuksessa motoristen yksiköiden synkronisaatio kehittyy ja hyp-  
pääjä kykenee rekrytoimaan uusia motorisia yksiköitä ennen kontaktivaihetta. Nämä  
lisäävät lihasaktiivisuuksia ja lihasten jäykkyysominaisuuksia. (Hong & Bartlett 2010,  
62; von Gerich & Kyröläinen 1988, 174.)

### 7.2.1 Ponnistusvaiheen voimantuottomekanismi

Pituushypyn ponnistuksen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on lihasjäykkyys eli  
muscle stiffness. Ponnistuksen kontaktivaiheessa ei tulisi tapahtua suuria nivelkulma  
muutoksia eli pyritään suureen nivelmomenttiin. Ponnistavan jalan liiallinen koukis-  
tuminen törmäyksessä on epätoivottu tilanne, jota kontrolloidaan ponnistuskontak-  
tissa eksentrisellä lihastyöllä. Jalan pitäminen ponnistuskontaktissa mahdollisimman  
suorana tapahtuu maksimaalisella lihastyöllä. Ojentajalihakset lonkassa, polvessa ja  
nilkassa estävät kontaktin törmäysvaiheessa nivelkulmien pettämisen eksentrisellä  
sekä isometrisellä lihastyöllä. Tehokkaampi eksentrisen voimantuotto antaa urheili-  
jalle suuremman kyvyn vastustaa koukistumista ponnistuskontaktissa, mikä puoles-  
taan parantaa pivot vipuvarsimekanismia ponnistuksen aikana ja siten tuottaa suu-  
remman lähtönopeuden. Lihasjäykkyyden tehokkuuteen vaikuttaa esiaktiivisuus,  
mikä tarkoittaa lihaksen aktivoitumista ennen kontakti- ja törmäysvaihetta. Tämä  
vaihe on hyvin tärkeää lihasjäykkyyden säätelyssä, koska kontaktivaiheessa tapahtuu  
elektromekaaninen viive eli lihasspindelit aktivoituvat noin 30-60ms kontaktin jäl-  
keen. Esiaktiivisuuden ja lihasjäykkyyden tehokkuuteen vaikuttaa tuntemus törmäyk-  
sen voimasta sekä törmäyshetkestä. (Hong & Bartlett 2010, 61-63; Mero, Kyröläinen  
& Häkkinen 2007, 53-67.)

Törmäysvaiheessa lihassukkulat aistivat venytyksen, jonka seurauksena syntyy veny-  
tysrefleksi. Siinä lihassukkulat käynnistävät vastareaktion venytykselle lisäämällä li-

hasjäykkyyttä, mikä puolestaan lisää ponnistuksen tehokkuutta estämällä nivelkulmien pienenemisen. Venytysrefleksin avulla elimistö kestää paremmin ponnistusvaiheen aikana syntyviä törmäysvoimia. Ponnistuskontaktia voidaan kutsua venymis-lyhenemissykliksi, jossa ponnistusjalan lihakset työskentelevät törmäysvaiheessa eksentrisen lihastoiminnan avulla ja vaihtuu polvinivelen pienen koukistumisen myötä konsentriseen lihastoimintaan. Eksentrisen vaiheen toiminta vaikuttaa konsentrisen lihastyön tehokkuuteen, mikäli törmäysvaiheessa tapahtuu lihaksiston pettäminen, myös konsentrisen lihastyövaihe on heikentynyt. Esiaktiivisuus ja refleksitoiminta luovat hermostollisen säätelyjärjestelmän ja ponnistuksen kehittymisen kannalta on tärkeää harjoittaa kyseistä hermolihaskäyttöä. (Mero, Kyröläinen & Häkkinen 2007, 53-67; Hong & Bartlett 2010, 62.)

Lihaskäytön ja venymis-lyhenemissyklin tehokkuuteen vaikuttavat lihasvoima, lihaspituus ja elastiset rakenteet. Elastisia rakenteita ovat jänteet, sidekudokset ja supistuvien proteiinien aktiinin ja myosiinin välisillat. Nämä elastiset osat pystyvät varastoimaan itseensä energiaa venyttävässä vaiheessa ja vapauttamaan sen heti venytysvaiheen jälkeen liike-energiana. Lihakset ja jänteet toimivat kuin jousi. Lihaksilla ja jänteillä on kyky varastoida energiaa ja vapauttaa se liike-energiana. Hermostojärjestelmä, lihasvoima, lihaspituus ja kudosten rakenteet luovat laajan kokonaisuuden lihasjäykkyyden säätelyssä ja näiden tehokas toiminta on hyvin tärkeää loukkaantumisen ennaltaehkäisyssä. (Mero, Kyröläinen & Häkkinen 2007, 53-67.)

### 7.2.2 Ponnistuksessa esiintyviä kulmia

Nivelkulmien muutoksia ilmenee ponnistuskontaktissa suurien törmäysvoimien myötä. Lyhyen viimeisen askeleen myötä ponnistusjalan osuessa maahan horisontaalinen kulma suhteessa juoksurataan on noin 60-65 astetta, joka on keskimäärin miehillä 61 astetta ja naisilla 63 astetta. Ponnistuskontaktissa polvikulma on keskimäärin miehillä 166 astetta ja naisilla 161 astetta. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 172; Hong & Bartlett 2010, 59, 61.)

Pituushypyn ponnistuksen kehonpainopisteen lähtökulma lankulta on noin 21 astetta. Käsitys optimaalisesta 45 asteen ponnistukseen lähtökulmasta on perustunut

oletukseen, että ponnistusnopeus pysyy yllä koko ponnistusvaiheen ajan. Ponnistusnopeus, jonka hyppääjä tuottaa suurilla nopeuksilla on olennaisesti matalampi ponnistuskulma verrattuna hitaisiin hyppääjiin, joilla on korkeammat ponnistukseen lähtökulmat. Tämän myötä nopean hyppääjän optimaalinen ponnistukseen lähtökulma vaihtuu alemmaksi. Ponnistusnopeus on horisontaalisen ja vertikaalisen vektoreiden summa sekä ponnistuskulmassa on laskettu suhde komponenttien nopeuksista. Maksimi vertikaalinopeuden pituushypyssä, jonka urheilija voi tuottaa on noin 3-4m/s, horisontaalinopeuden ollessa noin 8-10m/s. Hyppy määräytyy nopeasta vauhtijuoksesta, josta urheilija tuottaa nopean ponnistuksen matalalla ponnistuskulmalla. Pituushypyssä tuotetut korkeammat ponnistusnopeudet antavat paljon suuremmat hyödyt hyppääjälle verrattuna, jos hyppääjä hyppäisi ponnistuskulman ollessa lähemmäs 45 astetta. (Hong & Bartlett 2010, 62.)

### 7.2.3 Ponnistusvoimat

Pituushyppääjä kokee ponnistuksen aikana maasta tulevan reaktiovoiman (GRF), jossa hyppääjän massakeskipistettä (COM) pyritään muuttamaan nopeuden ja suunnan suhteen. Ponnistuksessa vaakavoimia menetetään hyppääjän nojatessa taaksepäin ja vain lyhyt aika ponnistuksen lopussa muuttuu eteenpäin vieväksi voimanlähteeksi. Ponnistuksessa jarrutusimpulssit ovat suuremmat, kuin voimanlähdeimpulssit (Propulsive force). Hyppääjän eteenpäin vievä nopeus vähenee ponnistuksessa noin 1-3m/s. Ponnistuksessa pystyreaktiovoimat tuottavat urheilijoille ylöspäin suuntaavan nopeuden. Hyppääjä pyrkii hallitsemaan lankkukontaktin aikana pystysuuntaisen voiman, joka kiihdyttämään urheilijaa ylöspäin. Pystyreaktiovoima (Vertical GRF) ennen ponnistusta on vähemmän ja siksi hyppääjän kehonpaino ei ole tarpeeksi suuri voittamaan maanvetovoimaa (gravitaatiovoima). Molemmat voimakomponentit eli horisontaalinen sekä vertikaalinen voimakomponentti (impact peak) ovat maksimissaan törmäyksen alkuvaiheessa jalan iskeytyessä lankkuun. (Hong & Bartlett 2010, 63.)

Nopeuden sekä suunnan vaihtuessa hyppääjän massakeskipiste ja maasta tuleva reaktiovoima tuottavat kulmamaisen kiihtyvyyden hyppääjän kehoon. Maan reaktio-

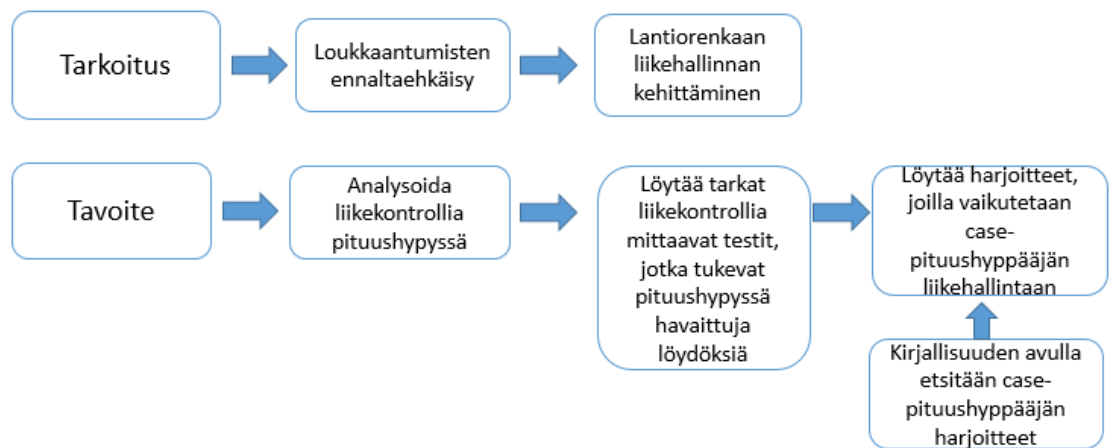
voima tuottaa eteen tai taaksepäin tulevan väännön hyppääjän massakeskipisteseen, tämä riippuu voimien välisistä toimintalinjoista, joka on joko massakeskipisteen edessä tai takana. Ponnistuksen alkuvaiheessa vääntömomentti pyrkii tuottamaan taaksepäin aiheutuvaa kiihtyvyyttä, joka kuitenkin nopeasti vaihtuu eteenpäin tuottavaksi kiihtyvyydeksi. Ponnistuksesta irtautuessa hyppääjä kokee suuren eteenpäin kiertävän impulssin, joka vie hyppääjää eteenpäin kulmamaisella momentilla. Hyppääjän kontrolloimaton liike eteenpäin ilmalennon aikana vähentää hypyn pituutta, koska tällöin urheilija ei saa ojennettua alaraajojaan eteen. (Hong & Bartlett 2010, 63.)

## 8 Tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoitus on case-pituushyppääjän loukkaantumisten ennaltaehkäisy tutkimalla lantioarenkaan liikekontrollia. Lisäksi tarkoituksena on auttaa urheilijaa kehittymään, niin fyysisiltä kuin motorisilta taidoilta ja näiden ominaisuuksien kehittämisen tarkoitus on juurikin loukkaantumisten ennaltaehkäisy. Opinnäytetyön tavoite on analysoida havainnoiden case-pituushyppääjän lantioarenkaan liikekontrollia pituushyppysuorituksen aikana. Pituushypyssä havainnoidaan suorituksen kannalta kriittisiä kohtia, jotka ovat ponnistukseen tultaessa viimeiset juoksuaskeleet ja ponnistus. Pituushyppysuorituksen analysoinnin jälkeen tavoitteena on löytää tarkat liikekontrollia mittaavat testit, jotka tukevat lajisuorituksessa havaittuja löydöksiä. Löydösten perusteella voidaan mahdollisesti tehdä päätelmiä ja arvioida onko niillä yhteyksiä aikaisempiin loukkaantumisiin. Liikekontrollia mittaavien testien jälkeen tavoitteena on löytää spesifit harjoitteet, joilla vaikutetaan havaittuihin liikekontrolli löydöksiin.

Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Millainen on case-pituushyppääjän lantioarenkaan liikekontrolli lajisuorituksen aikana?
2. Millä liikekontrollitesteillä voidaan luotettavasti arvioida suorituksessa havaittuja löydöksiä?
3. Millä harjoitteilla kehitetään lantioarenkaan liikekontrollia?



Kuvio 3. Tarkoitus ja tavoite

## 9 Tapaustutkimus opinnäytetyönä

Opinnäytetyö on tapaustutkimus, jossa tutkitaan syvällisesti case-pituushyppääjän lantioarenkaan liikekontrollia lajisuorituksessa. Lantioarenkaan liikekontrollista pyritään tuottamaan tarkkaa yksityiskohtaista tietoa. Opinnäytetyössä tutkitaan yhden case-hyppääjän liikehallintaa ja pyritään tuottamaan tietoa liikehallinnasta sellaisella tavalla, jolla voidaan osoittaa olevan siirrettävyyttä. Pituushypyntekniikkaan pätee tietyt biomekaaniset lainalaisuudet, mutta myös yksilöllisyys vaikuttaa lajitekniikkaan. (Jyväskylän yliopisto 2015.)

Tapaustutkimus vaatii monipuolista tiedonkeruu- ja analyysimenetelmien osaamista. Tapaustutkimukselle on tyypillistä valita yksittäistapaus, jossa piirteiden monimetaelmäisyyttä tuodaan esille monella eri tiedonkeruumenetelmällä. Tutkimusongelman moniulottuvaisuutta tuodaan esille loukkaantumisten ennaltaehkäisyyn ja optimaalisen suoritustekniikan näkökulmasta. Tämä tapaustutkimus toteutetaan case-pituushyppääjän kannalta luonnollisessa ympäristössä, joka tässä opinnäytetyön tutkimuksessa on yleisurheiluhalli. Lisäksi opinnäytetyön tutkimus voi luoda uusia hypoteeseja jatkotutkimuksille ja johtaa niiden avulla yleistyksiin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 135; Kananen 2013, 54-58.)

Hirsjärvi (2009, 232) tuo esille Wolcotin toteamuksen tapaustutkimuksesta, jossa perinteiset luotettavuuden ja pätevyyden arvioinnit eivät tule kysymykseen, koska ei ole kahta täysin samanlaista tapausta. Opinnäytetyössä tuodaan esille case-pituushyppääjän yksilöllisyys lajissa, jota havainnoiden verrataan yleiseen lajianalyysiin.

## 9.1 Aineistonkeruumenetelmät

Tapaustutkimuksen aineisto kerätään monesta eri lähteistä, jotta saadaan syvälinen kuva tapauksesta. Aineistonhankintamenetelminä opinnäytetyössä ovat taustakysely, liikekontrollintestaus sekä kirjallisuus. Näiden osa-alueiden tavoitteena on kuvailla ilmiötä kineettisen kontrollin näkökulmasta. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 215-216; Kananen 2013, 77.)

Case-pituushyppääjän alkukartoitus tehdään ennakkoon suunnitellulla taustakyselylomakkeella ja kysymyksiin vastataan word-tiedostopohjaan laaditulle lomakkeelle. Lomakkeesta ilmenee case-hyppääjän sukupuoli, ikä, urheilutaso, tavoitteet, harjoittelumäärät sekä loukkaantumishistoria. Kyselylomake koostuu monivalinta- sekä avoimista kysymyksistä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 134-135.)

Tietoa lantioarenkaan liikekontrollista pituushyppäsuorituksen aikana kerättiin videokuvauksen avulla ja videoista otettiin pysäytyskuvia osoittamaan kontrolloimattomia liikkeitä suorituksen aikana. Videokuvauksen hyötynä on sen toistettavuus ja helpous. Videokuvauksesta tehty tulkinta nähdään samanaikaisesti, joka helpottaa havainnoinnin tarkkuutta. Videokuvauksella saatuja tallenteita lajisuorituksesta voidaan toistaa useita kertoja havaintojen toteamiseksi. Pituushyppäsuorituksen videoiden tarkastelun jälkeen määräytyvät tarkat lantioarenkaan liikekontrollia mittaavat testi-liikkeet. Liikekontrollitestit perustuvat Comerford & Mottram (2012) ja Luomajoen (2007) laatimiin liikkeisiin. (Kananen 2013, 87.)

Opinnäytetyön kuvaileva kirjallisuuskatsaus on yksi aineiston hankintamenetelmä. Kirjallisuuskatsauksen avulla kuvataan tutkittua ilmiötä hyvin monipuolisesti eli liikekontrollin hallintaa ja sen merkitystä liikkumisessa. Lantioarenkaan liikekontrollia kehittävät harjoitteet perustuvat kirjallisuuteen. Kirjallisuuskatsauksella osoitetaan



myös aikaisempia tutkimustietoja, kuten Luomajoen (2007) liikekontrollitestien luotettavuutta lannerangan toiminnassa. Lisäksi yhdistetään opinnäytetyötutkimuksesta nousseita havaintoja kirjallisuuden tietopohjaan. (Salminen 2011, 6-8.)

Opinnäytetyön lähteinä käytetään jo olemassa olevaa aineistoa, tutkimuksia ja kirjallisuutta. Pubmedistä tietoa haettiin termeillä: kinesiology of hip, muscle activity, movement control, kinetic control ja sport physical therapy. Lisäksi opinnäytetyössä kirjallisuutta etsittiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun ja yliopiston kirjastoista. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 178-181.)

## 9.2 Aineiston analyysimenetelmä

Tapaustutkimukselle on tyypillistä, ettei sillä ole omaa analyysimenetelmää vaan se perustuu hyvin paljon laadullisen tutkimukseen. Opinnäytetyön analyysimenetelmä on laadullista, jonka avulla pyritään jäsentämään tutkimuskohteen ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Opinnäytetyössä analysoidaan kokonaisvaltaisesti liikekontrollin merkitystä ja sen vaikutusta loukkaantumisten ennaltaehkäisyssä. Laadullista analysointia käytetään case-hyppääjän taustakyselyn yhteenvedossa, kirjallisuuden, liikekontrollitestauksen ja lajisuorituksen analysointiin. Lajisuoritusta havainnoitiin videokuvauksen avulla. Lantioarenkaan liikekontrollitesteissä havainnointi tapahtui ilman videokuvausta perustuen testaajien tekemiin havaintoihin. Analysointi lajisuorituksen videotallenteista ja lantioarenkaan liikekontrollitesteistä tapahtuu systemaattisella havainnoinnilla. Systemaattisen havainnoinnin avulla saadaan laadullista näkemystä lantioarenkaan liikekontrollin hallinnasta. (Hirsjärvi ym. 2009, 215-216.)

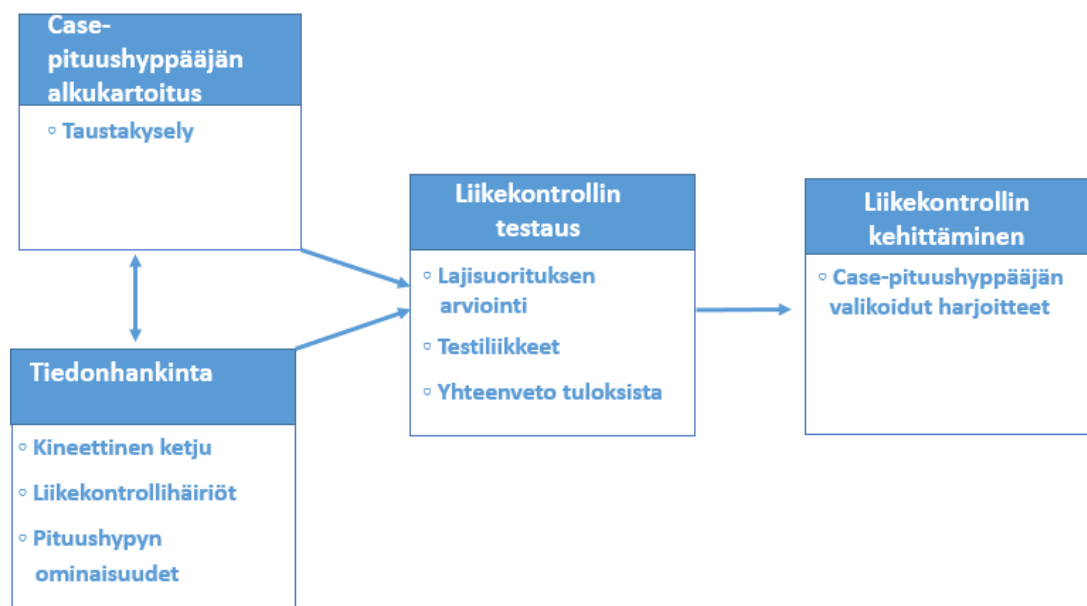
Laadullista analyysia voidaan tehdä usealla eri tavalla ja opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksen tarkempi analysointi menetelmä on teemoittelu. Teemoittelun avulla kirjallisuuskatsauksesta pyritään löytämään keskeisimmät aiheet. (Jyväskylän yliopisto 2016; Kananen 2013, 103). Opinnäytetyöstä hahmottuu seuraavat teemat eli aiheet, jotka esiintyvät ja toistuvat opinnäytetyössä erilaisissa muodoissa.

1. Kineettinen kontrolli ja testaus.
2. Pituushyppyn ponnistustekniikka ja lihasmekaniikka.

### 3. Urheiluvammojen ennaltaehkäisy.

## 10 Opinnäytetyön toteutus ja eteneminen

Opinnäytetyön tutkimuksen prosessi koostui case-urheilijan taustakyselystä, liikekontrollin testauksesta ja taustateorian etsimisestä. Opinnäytetyön projektia rajattiin yhdellä case-pituushyppääjällä, jotta pystytään suorittamaan työn suunnitellussa ajassa. Opinnäytetyö sisältää vain on yhden näkökulman case-hyppääjän lantioirenkaan kontrollin havainnoinnista lajisuorituksesta sekä liikekontrollitestien avulla. Havaintojen avulla luodaan harjoitusohjelma lantioirenkaan liikekontrollin kehittämiseen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 66-67.)



Kuvio 4. Opinnäytetyön tutkimuksen prosessi

### 10.1 Case-pituushyppääjän alkukartoitus

Case-pituushyppääjä valittiin tutkimuksen kohteeksi syksyllä 2017 urheilijan kuntoutuessa lajiharjoituskuntoon lihasrepeämän jälkeen. Lihasrepeämä piti hyppääjän sivussa kilpailuista kesällä 2017. Tutkimuksen avulla hyppääjä halusi lisää tietoa lantioirenkaan kontrollista lajisuorituksessa.

Ennen case-hyppääjän liikekontrollin testaamista suoritettiin taustakysely Jyväskylän monitoimihallissa, joka toteutettiin lajiharjoituksen yhteydessä. Ennen kyselyn aloittamista tutkija kertoi tutkimuksen etenemisen ja tarkoituksen. Kyselylomake laadittiin huolellisesti, jossa kysymykset etenivät yleisesti kartoittavista kysymyksistä spesifiin kysymyksiin. Kysymyksillä haettiin tarpeellista tietoa työhön hyppääjän aiemmista urheiluvammoista ja pyritään arvioimaan lantioarenkaan liikekontrollihäiriöiden yhteyksiä aiempiin urheiluvammoihin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 202). Henkilökohtaisesti suoritettussa kyselyssä tutkija on paikalla ja pystyy vastaamaan selvästi kohdehenkilöiltä esille tuleviin kysymyksiin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 197).

## 10.2 Liikekontrollin arvioimisen ja havainnoinnin eteneminen

Liikekontrollin määrittäminen tapahtui kahdessa osassa. Maaliskuussa 2018 arvioitiin case-pituushyppääjän suorituksia videokuvauksen avulla. Pituushyppäys suorituksesta videokuvattiin kymmenen lajisuoritusta keskittyen loppujuoksuun ja ponnistukseen. Videokuvamateriaalista otettiin pysäytyskuvat, joilla havainnollistettiin lajissa esiintyviä lantioarenkaan kontrolloimattomia liikkeitä. Liikekontrollin arvioimisen toinen osa toteutettiin maaliskuussa 2018. Liikekontrollitestiliikkeet valikoituvat lajisuorituksessa havaittujen löydösten perusteella ja niillä pyritään tarkentamaan kontrolloimattoman liikkeen paikkaa ja suuntaa. Tämä auttaa täsmällisempään suunnitteluun liikekontrollin uudelleenharjoittamisessa. Liikekontrollitestit perustuvat Comerfordin & Mottram (2012) ja Luomajoen (2007) laatimiin lantioarenkaan liikehallintaa mittaaviin testeihin. Liikekontrollitestien tavoite on löytää vastaavia löydöksiä, kuin lajisuorituksessa. Liikekontrollitestien arvioiminen tapahtuu havainnoiden ja löydökset esitetään taulukossa numeraalisesti 0-2 asteikolla. Numeraalisissa arvoissa arvo nolla (0) tarkoittaa, että liikekontrolli on normaali. Arvossa yksi (1) havaitaan lievä löydös ja arvossa kaksi (2) hyvin selvä tai merkittävä löydös. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 215-216; Kananen 2013, 77-78.)

### 10.3 Liikekontrolli harjoitteiden toteutus

Liikekontrollia kehittävät liikkeet laadittiin huhtikuussa 2018. Harjoitteet valikoituvat lajisuorituksessa ja testiliikkeissä havaittujen löydösten perusteella. Tietoperustaa liikkeisiin etsittiin kirjallisuudesta ja liikkeillä pyritään kehittämään juurikin haluttua osa-aluetta liikekontrollissa. Harjoitteissa pyritään myös huomioimaan lajin vaatimat lihasmekaaniset ominaisuudet ja näitä esimerkkejä tuodaan tarkemmin kappaleessa 12 case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet.

## 11 Tulokset

### 11.1 Case-pituushyppääjän tausta

Urheilija on kokenut akuutteja tapaturma vammoja ja rasitusvammoja urheilu-uransa aikana, joiden vuoksi on tarvinnut lääkärissä käyntiä. Akuutit vammat, jotka ovat vaatineet lääkärissä käyntiä ovat sijainneet alaraajoissa. Akuutteja vammoja ovat olleet lihasrepeämät vasemman jalan m. biceps femoriksessa (2016) ja oikean jalan m. rectus femoriksessa (2017). Kilpailutilanteessa m. biceps femoriksen repeämä tuli vauhtijuoksun viimeisten askeleiden aikana. Harjoituksissa m. rectus femoriksen repeämän tunne tuli toiseksi viimeisen askeleen aikana. Vasemman nilkan nivelsiteiden venähdys (2012) nilkan vääntyessä lankulla inversioon sekä vasemman polvinivelen yliojennus liukastuessa ponnistushetkellä lankulla (2012). Akuutit urheiluvammat ovat sattuneet kilpailuissa sekä harjoituksissa. Akuutit vammat ovat aiheuttaneet hyppääjälle yli kolmen viikon harjoitustauon.

Hyppääjä on kokenut myös rasitusvammoja urheilu-uransa aikana, jotka ovat vaatineet lääkärissä käyntiä. Rasitusperäiset vammat ovat kohdistuneet luuhun sekä jänteeeseen ylikuormittumisen seurauksena. Nuorena pituushyppyharjoituksissa vähitellen on alkanut oireilla lannerangan seutu (2006) sekä vasen polvi (2005), joka on pottanut urheilijaa pitämään harjoitustaukoa yli kolme viikkoa.

## 11.2 Lajisuorituksen liikeanalyysin tulokset

Videokuvamateriaalista keskityttiin viimeisen juoksuaskeleen sekä ponnistusvaiheen maakontakteihin. Videolta havainnoitiin kyseisten vaiheiden aikana selvimmät kontrolloimattomat liikkeet lantioarenkaan alueelta. Case-pituushyppääjä suoritti pituushyppysuoritukset 12 juoksuaskeleen vauhdilla.



Kuvio 5. Case-hyppääjän viimeinen askelkontakti

Viimeisen juoksuaskeleen aikana havaittiin oikean jalan reisiluun ja sääriluun hallitsematonta ulkorotatoitumista. Lisäksi oikeassa jalassa havaittiin liiallista loitonnessuuntaista liikettä (punaiset nuolet). Ideaalilinjauksessa juoksuaskeleen maakontaktin aikana reisiluun tulisi kulkea ensimmäisen ja toisen jalkapöydän luiden (metatarsaaliluiden) välistä. Kuvasta havaitaan, kuinka ulkorotatoitumisen seurauksena jalkaterä kääntyy ulospäin ja juoksuaskeleen rullaus tapahtuu jalkaterän sisäsyrjän kautta. Tällöin voidaan puhua lonkan ulkorotaation ja abduktion liikekontrollihäiriöstä, jonka seurauksena lantion ja lonkan optimaalinen asento muuttuu. (Comerford & Mottram 2012, 419, 456; Sandström & Ahonen 2011, 304.)

Case-pituushyppääjän viimeistä juoksuaskelta arvioidessa lajianalyysin kannalta huomataan lantioarenkaan alueella kontrolloimatonta liikettä, joka johtaa myös reisiluun ja sääriluun ulkorotatoitumiseen. Pituushypyn lajianalyysiin mukaan kehon paino-

piste on alimmillaan toiseksi viimeisen kontaktin puolivälissä, jonka jälkeen painopiste jatkaa nousuaan ilmalennon lakipisteeseen saakka. Toiseksi viimeisessä askelkontaktin työntövaiheessa hyppääjän tulee aktiivisesti suunnata voimaa eteenpäin. Aktiivinen työntö mahdollistaa painopisteen nousun ja vaakanopeuden säilymisen. Tämän myötä hyppääjä pääsee ryhdikkääseen ponnistusasettoon, jossa lantio on tukijalan päällä. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 133-134.)



Kuvio 6. Case-hyppääjän ponnistuskontakti

Ponnistuskontaktissa havaittiin case-hyppääjän lantion työntymistä taaksepäin ja lantiorenkaan rotatoutumista anterioriseen suuntaan (punainen nuoli). Gluteus maximus kontrolloi lantiorenkaan fleksiosuuntaista liikehallintaa. Anteriorisesta rotatoutumista voidaan puhua, kun havaitaan suoliluunkärkien SIAS:n osoittavan alaspäin. Lantiorengas on neutraalissa asennossa, kun suoliluunkärjet SIAS:t osoittavat vaakasuoraan eteenpäin. Tällöin voidaan puhua lantiorenkaan fleksiosuuntaisesta liikekontrollihäiriöstä. (Comerford & Mottram 2012, 426-427; Clippinger 2007, 177-178).

Case-pituushyppääjän ponnistusta arvioidessa lajianalyysin perusteella huomataan lantiorenkaan alueella kontrolloimatonta liikettä. Pituushypyn lajianalyysin mukaan ponnistukseen tullaan lyhyellä askeleella painaen jalkaa ponnistuksessa aktiivisesti taakse- sekä alaspäin koko jalkapohja edellä. Aktiivisen ponnistuksen myötä vapaa-jalka vastavuoroisesti heilahtaa ponnistavan jalan vierelle keventämään ponnistusta.

Ponnistuksen törmäysvaiheessa lantion, polven ja nilkan ojentajalihakset työskentelevät eksentrisesti. Ponnistuksen työntövaiheessa jalka ojentuu voimakkaasti lonkasta, polvesta ja nilkasta sekä vapaajalka heilahtaa vaakatasoon. Myös kädet ovat vastaliikkeen myötä mahdollisimman korkealla ja tämän myötä kehon jatkaa nousuaan aina lakipisteeseen saakka. Ponnistuksessa lantion tulee olla edessä ylhäällä sekä ylävartalo ja pää tulevat olla suorassa. (von Gerich & Kyröläinen 1988, 134.)

### 11.3 Liikekontrollitestien tulokset

Alla olevassa taulukossa on esitelty case-pituushyppääjän lantiorengaan liikekontrollia testaavat tulokset.

Taulukko 1. Lantiorengaan liikekontrollia mittaavat testiliikkeet

(Comerford & Mottram 2012, 149-190, 426-484; Luomajoki ym. 2007.)

Liikkeen nimi	Testattava liike-suunta lantiossa tai lonkassa	Tulos oikea/vasen puoli
T14 Prone: Double knee bend test Prone lying active knee flexion	Anteriorista hallintaa/lantiorengas	1/1
T15 Prone: Hip Extension lift test	Anteriorista hallintaa/lantiorengas	1/1
T16 Standing: Hip extension toe slide test	Anteriorista hallintaa/lantiorengas	0/0
T20 Prone: Single hip rotation test	Rotaatio/ lantiorengas	1/1
T23 Sitting: Single knee extension test	Rotaatio/lantiorengas	0/0
T65 Standing: Vertical trunk Single leg ¼ squat test	Fleksio/lonkka	0/0
T68 Side-lying: Single leg abduction test	Fleksio/lonkka	1 / 2

T71 Standing: Single knee lift+ knee extension test	Ekstensio/lonkka	0/0
T73 One leg SKB + trunk rotation away test	Sisärotaatio/lonkka	0/0
T74 Side-lying: Top leg turnout lift test	Sisärotaatio/lonkka	1 / 2
T75 Standing: Single leg high knee lift test	Ulkorotaatio-abduktio/Lonkka	1 / 2
T76 One leg SKB + trunk rotation towards test	Ulkorotaatio/lonkka	0/0
T77 4 Point: Bent knee hip extension test	Ulkorotaatio-abduktio/lonkka	2/2
T78 Bridge: Single leg lift test	Abduktio/rotaatio	0/0
Pelvic tilt test	Posteriorinen/ Lantio-orengas	0/0
One leg stance: lateral movement test.	adduktion/lonkka	8cm / 10cm
Waiters bow	fleksio/Lantiokori	0/0
Rockin backwards	Posteriorinen hallinta/ Lantioirengas	0/0
Rocking forward	Anteriorinen hallinta/ Lantioirengas	1

Erityisesti lonkan (Hip) ulkorotaatiota ja abduktiota mittaavissa testeissä havaittiin selvimpiä löydöksiä liikekontrollin hallinnassa. Lisäksi lonkan (Hip) sisäkiertoa ja lantioirengaan anteriorista hallintaa mittaavissa liikkeissä löydettiin lieviä löydöksiä. Esimerkiksi testissä 4 Point: Bent knee hip extension testissä havaittiin selvin liikekontrollihäiriö. Liikkeen aikana havaittiin molemmista lonkista reisiluun kääntymistä ulkorotaatioon ja abduktioon ennen reisiluun tullessa vaakatasoon. Lonkan rotatoituminen saattaa johtua m. gluteus mediuksen sekä m. gluteus minimuksen anterioristen osien isometrisen ja eksentrisen voimantuoton heikkoudesta. Lisäksi lonkan hallitsematon abduktio saattaa johtua lonkan lähentäjälihasten tehottomuudesta. (Comerford & Mottram 2012, 479-480.)



## 11.4 Yhteenveto tuloksista

Pituushypyssä tehtyjen liikekontrolli löydösten ja liikekontrollia mittaavien testiliikkeiden löydösten tulokset tukevat hyvin toisiaan. Molemmissa havaittiin lantioireenkaan anteriorisen hallinnan kontrolloimatonta liikettä ja lonkkanivelen ulkorotaatio sekä abduktiosuuntaista liikekontrollihäiriötä. Testiliikkeiden avulla löydettiin tarkemmin kontrolloimattoman liikkeen paikka sekä sijainti. Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli löytää luotettavat liikekontrollia mittaavat testiliikkeet, jotka tukevat lajisuorituksessa havaittuja löydöksiä eli tämä tavoite saavutettiin opinnäytetyössä. Taustakyselystä selvisi case-urheilijan viime vuotiset vammat, jotka ovat olleet lihasrepeämät vasemman jalan takareiteen m. biceps femorikseen (2016) sekä oikean jalan m. rectus femorikseen (2017). Molemmat vammat ovat syntyneet vauhtijuoksun viimeisten juoksuaskelten aikana. Vasemman nilkan nivelsiteiden venähdys inversiosuuntaan (2012) ja vasemman polvinivelen yliojennus ponnistushetkellä (2012). Case-hyppääjän rasitusperäiset vammat lannerangassa (2006) ja vasemman jalan polvessa (2005) ovat ilmenneet nuoruusiällä pituushyppyharjoituksissa. Taustakyselystä selvisi, että hyvin moni loukkaantumiseen johtanut tekijä syntyi pituushypyn viimeisten juoksuaskelten tai ponnistuksen aikana. Pituushypyn liikekontrollia arvioitaessa tehtiin merkittävimmät löydökset juurikin viimeisten juoksuaskelten sekä ponnistuksen aikana.

## 12 Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet

Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet valikoituvat lajisuorituksessa ja testiliikkeissä havaittujen löydösten perusteella. Harjoitteet pohjautuvat kirjallisuudesta saatuihin tietoihin. Havainnot liikekontrolli löydöksistä on esitelty tarkemmin kappaleessa 11.4 yhteenveto tuloksista. Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet on esitelty tarkemmin liitteessä 3.

## 12.1 Harjoitteiden määrittämien ja progressiivisuus

Harjoitteet on määritelty kolmeen eri tasoon. **Tason 1** harjoitteet ovat 7-12 kuvioiden mukaiset ja liikkeet ovat helpotettuja versioita liikekontrollia mittaavista testiliikkeistä. Tason 1 harjoitteet pohjautuvat Comerford & Mottram (2012) ja Luomajoen (2007) liikkeisiin sekä liikekontrollitesteissä havaittuihin löydöksiin. Lisäksi harjoitteet perustuvat Kaurasen (2011) suljetun liikeketjun harjoitteluun, missä palautejärjestelmä kykenee korjaamaan liikkeitä suorituksen aikana. Liikkeet ovat hitaasti tehtäviä liikkeitä, joiden tavoite on kehittää stabiloivien lihasten aktivoitumista matalalla lihastyökynnyksellä. Liikekontrollin kehittyminen tapahtuu lihasten aktivoitumiskynnyksen ja aktivoitumisjärjestyksen avulla lisäämällä lihasjäykkyyttä liikkeiden kontrolloinnissa. (Comerford & Mottram 2012, 68).

**Tason 2** harjoitteisiin (kuviot 13-18) voidaan siirtyä, kun tason 1 harjoitteiden liikkeet onnistuvat alhaisella lihastyöllä ilman suurempia ponnisteluja. Tason 2 harjoitteet pohjautuvat Comerford & Mottram (2012) ja Luomajoen (2007) liikkeisiin. Lisäksi harjoitteet perustuvat Kaurasen (2011) suljetun liikeketjun harjoitteluun, missä palautejärjestelmä kykenee korjaamaan liikkeitä suorituksen aikana. Progressiivisuutta tuodaan liikkeisiin vastuksen avulla, kuten vastuskuminauhan, nilkkapainon tai epästabiilin alustan myötä. Osaan liikkeistä tuodaan haastavuutta tukipintaa pienentämällä. Harjoitteissa liikkeiden laatu on hyvin tärkeää ja kehittymisen kannalta vastusta sekä vaikeusastetta lisätään asteittain. (Comerford & Mottram 2012, 68-69).

**Tason 3** harjoitteisiin (kuviot 19-23) voidaan siirtyä, kun tason 2 harjoitteet onnistuvat alhaisella lihastyöllä ilman suurempia ponnisteluja. Tason 3 harjoitteet ovat liikeradoiltaan ja ominaisuuksiltaan lähempänä lajisuoritusta. Harjoitteiden tarkoitus on kehittää samoja lihasmekaanisia ominaisuuksia, kuin itse lajisuorituksessa. Tason 3 harjoitteet pohjautuvat Kaurasen (2011) avoimen liikeketjun harjoitteluun ja Arazi, Mohammed & Asadi (2014) tekemään tutkimukseen plyometrisestä harjoittelusta. Lisäksi harjoitteet pohjautuvat pituushyppysuorituksessa tehtyihin löydöksiin, jotka ovat esitelty kappaleessa 11.2.

Harjoitteet on suunniteltu yksilöllisesti kyseiselle case-pituushyppääjälle ja harjoitteet on käyty läpi yhdessä urheilijan kanssa. Harjoittelun ohjaamisella varmistetaan oikea suoritustekniikka ja turvallisuus. Yksilöllisesti suunnitelluilla harjoitusohjelmilla päästään parempiin tuloksiin ja spesifeillä harjoitteilla kehitetään tehokkaammin lajisuorituksessa vaadittavia ominaisuuksia. (Comerford & Mottram 2012, 65). Liikekontrollia kehittäville harjoitteille pyritään kehittämään case-pituushyppääjän lantioireenkaan liikehallintaa lajisuorituksessa.

### 13 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus on case-pituushyppääjän loukkaantumisten ennaltaehkäisy. Lisäksi tarkoituksena on kehittää lantioireenkaan liikekontrollia, jonka avulla case-pituushyppääjä tulee tietoisemmaksi lantioireenkaan toiminnan merkityksestä. Liikekontrollin kehittämisen avulla pyritään ennaltaehkäisemään loukkaantumisia ja parantamaan lajisuorituksen tehoa.

Opinnäytetyön tavoite oli tutkia case-pituushyppääjän lantioireenkaan liikekontrollia. Case-pituushyppääjällä havaittiin lajisuorituksen aikana liikekontrollihäiriöitä viimeisen juoksuaskeleen maakontaktissa ja ponnistuksessa. Tarkempien liikekontrollitestein tulokset tukivat melko hyvin pituushypyssä tehtyjä havaintoja. Lähes kaikissa seisoma-asennossa tehdyissä testiliikkeissä ei havaittu löydöksiä, vaikka niiden ajattelisi olevan ominaisuuksiltaan lähempänä lajisuoritusta. Makuuasennossa tehtävissä testiliikkeissä havaittiin selvimmät löydökset. Liikekontrollia mittaavien testien tuloksia verrattiin case-pituushyppääjän tekemään taustakyselyyn, mistä löydettiin paljon yhteneväisyyksiä aikaisempien loukkaantumisten sekä liikekontrollista tehtyjen havaintojen välillä. Aikaisempien loukkaantumisten ja tutkimuksessa havaittujen liikekontrollihäiriöiden suoranaista yhteyttä on hankala osoittaa, koska loukkaantumisiin vaikuttaa monta eri tekijää. Opinnäytetyön tarkoituksena on havainnollistaa, kuinka kontrolloimattomat liikkeet lisäävät loukkaantumisriskiä. Opinnäytetyössä onnistut-

tiin osoittamaan case-pituushyppääjän kohdalla havainnoiden tehtyjä kontrolloimattomia liikkeitä, niin pituushypyn lajisuorituksessa kuin Comerford & Mottram (2012) ja Luomajoen (2007) laatimissa testiliikkeissä.

Case-pituushyppääjälle löydettiin tarkoituksenmukaiset lantioorenkaan liikekontrollia kehittävät harjoitteet. Ensimmäisen tason liikekontrollia kehittävät harjoitteet löydettiin kirjallisuudesta helposti, koska liikkeet pohjautuivat testiliikkeisiin. Tason 2 harjoitteet pohjautuivat osittain tasosta 1 ja harjoitteisiin tuotiin progressiivisuutta lisäämällä haastetta ulkoisella vastuksella sekä osa liikkeistä tehdään pystyasennossa yhden jalan varassa. Lisäksi case-pituushyppääjälle haluttiin tuoda lajinomaista näkökulmaa liikekontrolli harjoitteisiin. Tason 3 harjoitteet ovat osittain plyometrisia ja pystyasennossa vastuksen kanssa tehtäviä liikkeitä. Plyometrinen harjoittelu on lähellä pituushypyn lihasmekaanisia ominaisuuksia. Liikekontrollia kehittäviä harjoitteita suunniteltaessa tulisi aina huomioida urheilijan lajissa vaaditut ominaisuudet ja lähteä sitä kautta valikoimaan yksilöllisesti sopivia harjoitteita. Mielenkiintoista olisi nähdä case-pituushyppääjän kohdalla, kuinka lantioorenkaan liikekontrollia kehittävät harjoitteet toimivat liikekontrollin kehittämisessä ja saadaanko harjoitteiden myötä vaikutusta lajisuoritukseen. Liikekontrollin kehittymisen ja vaikutusten näkemisen lajisuorituksessa olisi vaatinut opinnäytetyön aikarajaa pidemmän kestäneen tutkimuksen.

Tämän opinnäytetyön jatkotutkimusaiheena voisi olla case-pituushyppääjän kehittyneen liikekontrollin vaikutuksen osoittaminen sekä havaitseminen lajisuorituksessa. Tämä vaatisi pitkän tutkimusjakson ja tutkimuksissa tulisi käyttää tarkempia mittareita määrittämään nivelkulmien muutoksia sekä hyödyntää EMG-mittauksia havainnoimaan lihasten aktivaatiotasoja. Lantioorenkaan lisäksi olisi hyödyllistä tutkia liikeketjua koko matkalta jalkaterästä ylöspäin. Näin saataisiin kokonaisvaltaisempi kuvaus pituushyppääjän liikekontrollista.

### 13.1 Opinnäytetyön yleistettävyyden ja siirrettävyyden

Opinnäytetyön tulosten yleistettävyyden on heikko, koska kyseessä oli tapaustutkimus ja yleistettävyyden vaatisi paljon suuremman otantaryhmän. Tulokset ovat kuitenkin

siirrettävissä, koska pituushyppysuorituksen tekeminen urheilijasta riippumatta tehdään samalla periaatteella. Saatuja tuloksia voidaan hyödyntää erinomaisesti case-pituushyppääjän kehittämiseen ja loukkaantumisten ennaltaehkäisemiseen. Case-pituushyppääjä jatkaa lajiharjoittelua opinnäytetyön tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella. Case-pituushyppääjä yhdistää lantioreenkaan liikekontrollia kehittäviä harjoitteita yhdessä henkilökohtaisen valmentajan kanssa tuleviin harjoitusohjelmiin.

### 13.2 Reliaabelius ja validius opinnäytetyössä

Opinnäytetyön tapaustutkimuksella pyritään mittaustulosten toistettavuuteen eli reliaabeliuteen. Hirsjärvi ym. (2009, 231-232) kertovat tutkimuksen reliaabeliuden tavoista, jotka voidaan todeta esimerkiksi tilanteessa, missä kaksi tutkijaa päätyy samaan tulokseen tutkittaessa samaa henkilöä eri tutkimuskerroilla. Tutkijan tarkka kuvaus tutkimuksen toteuttamisesta lisää laadullisen tutkimuksen luotettavuutta.

Lantioreenkaan liikekontrollia havainnointiin videokuvauksen avulla pituushyppyn viimeisestä askeleesta sekä ponnistuksesta. Videokuvauksista tehtyjen havaintojen luotettavuutta lisättiin paikallaan olevilla kameroilla. Hyppääjään askelmerkin vaihdella luotettavuus hieman laskee, koska tällöin kahden viimeisen askeleen kontaktit tulevat hieman erikohtiin vaikeuttaen havainnoinnin tarkkuutta. Luotettavuutta lisää, jos hyppääjän vauhtijuoksu on vakio. Työn luotettavuutta lisätään videoista otetuilla pysäytyskuvilla, joista saatiin tarkkaa yksityiskohtaista tietoa lantioreenkaan liikekontrollista. (Hirsjärvi ym. 2009, 231-232). Videokuvaus toteutettiin yhtäaikaaisesti kolmella kameralla. Kameroista kaksi oli ponnistuslankun kohdalla sivuilla 5 metrin päässä ja 1,5 metrin korkeudella. Sivulta kuvatuilla kameroilla hyppääjän suoritus kuvattiin liikekuvauksena kuvanlaadun selkeyttämiseksi. Edestä videokuvaus toteutetaan 10metrin päästä paikkakuvauksena kameran ollessa 1metrin korkeudella. Havainnoiden tehty liikekontrollin arvioiminen laskee hieman luotettavuutta, koska tutkija tekee itse havainnot ilman mittareita. Opinnäytetyön luotettavuutta lisäisi, jos pituushyppy suoritus olisi pystytty kuvaamaan tarkemmilla kameroilla sekä hyödyntää nivelissä olevia markkereita. Markkereiden avulla olisi pystytty tarkemmin numeraalisesti määrittämään nivelkulmamuuokset suorituksen aikana. Kyseisiä laitteita on hankala saada ja ne ovat pääasiassa käytössä vain erilaisilla tutkimuslaitoksilla.

Liikekontrollia mittaavista testeistä on tehty tutkimus, kuten Luomajoen (2007) tekemä liikekontrollitestien luotettavuus tutkimus. Tutkimuksessa liikekontrollitestien todettiin olevan toistettavissa testaajasta riippumatta, koska he tekivät samoja löydöksiä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 231-232; Luomajoki, Kool, D de Bruin, Ayraksinen 2007). Comerford & Mottram (2012) kinetic controllin laatimat liikekontrollitestit ovat laajassa käytössä fysioterapian alalla ja tuki- ja liikuntaelinten kuntoutus perustuu liikekontrollin kehittämiseen.

Opinnäytetyön validiutta tuodaan esille tarkoilla liikekontrollitesteillä tai tutkimusmenetelmin. Liikekontrollitestejä käytetään mittareina case-pituushyppääjän liikehallinnan tarkkaan määrittämiseen. (Hirsjärvi ym. 2009, 231.)

## Lähteet

Arazi, H., Mohammed, M., Asadi, A. 2014. Muscular adaptations to depth jump plyometric training: Comparison of sand vs land surface. *Interventional medicine & applied science*, 6(3), 125-130. Viitattu 10.01.2018.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4168734/>

Bahr, R., Mccrory, P., Laprade, R., Meeuwisse, W., Engebretsen, & Bolic, T. 2012. *The IOC manual of sports injuries. An illustrated guide to the management of injuries in physical activity*. John Wiley & Sons, Incorporated. Norja.

Clippinger, K. 2007. *Dance Anatomy and Kinesiology. Principles and exercises for improving technique and avoiding common injuries*. Printed in the United States of America.

Comerford, M. & Mottram, S. 2012. *Kinetic Control. The management of uncontrolled movement*. Elsevier. Australia

Davis, G., Riemann, B., Manske, R. 2015. Current concepts of plyometric exercise. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 760-786. Viitattu 09.01.2018.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637913/>

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja Kirjoita*. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Hong, Y. & Bartlett, R. 2010. *Routledge Handbook of Biomechanics and Human Movement Science*. First published 2010 by Routledge.

Luomajoki, H. Kool, J. D de Bruin, Eling. & Airaksinen, O. 2007. Reliability of movement control test in the lumbar spine. Viitattu 01.04.2018

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2164955/>

Jyväskylän yliopisto. 2015. *Tapaustutkimus*. Koppa. Viitattu 09.10.2017

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimus-strategiat/tapaustutkimus>

Jyväskylän yliopisto. 2016. *Teemoittelu*. Koppa. Viitattu 10.10.2017.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/teemoittelu>

Kananen, J. *Case-tutkimus opinnäytetyönä*. 2013. Juvenes Print.

Kauranen, K. *Fysioterapeutin käsikirja*. 2017. Sanomapro.

Kauranen, K. *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. 2011. Tammerprint Oy, Tampere.

- Koistinen, J. Airaksinen, O. Grönblad, M. Kangas, J. Kouri, J-P. Kukkonen, R. Leminen, P. Lindgren, K-A. Mänttari, T. Paatelma, M. Pohjalainen, T. Siitonen, T. Tapanainen, M. van Wijmen, P. Vanharanta, H. 1998. Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Kyröläinen, H. von Gerich, S. 1988. PITUUSHYPPY KOLMILOIKKA. Suomen Urheiluliitto. Helsinki: Painokaari Oy.
- Magee, D.J. 2014. Musculoskeletal Rehabilitation Series: Orthopedic Physical Assessment. 6. Painos. St. Louis: Elsevier Saunders.
- Manocchia, P. 2013. Kuntosaliharjoittelun anatomia. Valmentajan syvälliset treeniohjeet. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. Häkkinen, K. 2007. Urheiluvalmennus. Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä 2007.
- Neumann, D. 2010. Kinesiology of the Hip: A focus muscular actions. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 40, 2, 82-94. Viitattu 02.01.2018.  
<http://www.iospt.org/doi/10.2519/iospt.2010.3025>
- Niemi, K. 2010. Kinetic control. Tutkittua tietoa ja klinisiä käytäntöjä. Manuaali. 2-3/2010, s 4-9.
- Platzer, W. 2015. Color Atlas of Human Anatomy. Vol. 1 Locomotor System. 7th edition. Thieme, New York.
- Reichert, B. 2008. Käytännön anatomia 2 – pään ja selkärangan tutkiminen palpation keinoin. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Salminen, A. 2011. Mikä on kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja, 62.  
[http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Selkowitz, D., Beneck, G., Power, C. 2016. Comparison of electromyographic activity of the superior and inferior portions of the gluteus maximus muscle during common therapeutic exercises. Journal of orthopaedic & sport physical therapy, 46, 9, 794-799. Viitattu 05.01.2018.  
<http://www.iospt.org/doi/10.2519/iospt.2016.6493?code=iospt-site>
- Terveysportti. 2018. Anatomiakuvasto. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 2.5.2018.  
[https://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti](https://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti)
- Ylinen J. 2010. Venytystekniikat, Lihas-jännestesysteemi, Manuaaliseen terapiaan ja urheilijoiden lihashuoltoon. Medirehabook kustannus Oy. 2. painos. Muurame.



## Liitteet

### Liite 1. Lihastaulukko

Taulukko 2. Lantiorenkaaseen kiinnittyvät lihakset sekä toiminta ja hermotus

(Ylinen 2010 219, 272-326; Koistinen 1998, 180-181; Platzer 2015, 240-242, 248.)

Lihäs	Origo	Insertio	Toiminta/Tehtävä	Hermotus
M. latissimus dorsi	Processus spinosus (Th 7-12 ja L 1-5), os. sacrum ja os. ilium (thoracolumbar fascian avulla)	Crista tuberculi minoris	Olkanelen ojennus, lähennys ja sisäkierto. Avustaa uloshengityksessä	Thoracodorsal nerve, C6-8
M. iliocostalis lumborum	Os. sacrum, crista iliaca, thoracolumbar fascia	Processus transversus L1-3, kylkiluut 6-12	Lanne- ja rintarangan/Vartalon ojennus	Dorsal rami of spinal nerves, Th 6-L3
M. longissimus thoracis	Thoracolumbar fascia, S1-4 (os. sacrum), processus spinosus (L), processus transversus (Th)	Lannenikamien lisähaarakkeisiin, kylkiluihin, processus transversus (Th)	Lanne- ja rintarangan/Vartalon ojennus	Dorsal rami of spinal nerves, Th 1-L5
M. quadratus lumborum	Os. ilium, ligamentum iliolumbale	Alin kylkiluu, L 1-4 poikkihaarakkeet	Vartalon sivulle taivutus. Avustaa voimakkaassa uloshengityksessä	Dorsal rami of spinal nerves, Th12-L3

M. multifidi lum- borum	Os. sacrum, mamillary processes, pit- kän selkäli- haksen kalvo- jänne	Okahaarakkee- seen ylitettyään 2-4	Selkärangan asen- non stabilointi. Ojentajia ja kiertä- jiä vastakkaiseen suuntaan.	Dorsal rami of spinal nerves
Diaphragma	Processus xiphoideus, kylkiluut 7-12, L1-4, med./lat. ar- culate liga- ment	Central tendon (Keskusjäntee- seen)	Sisäänhengitys	Phrenic ner- ves, C3-5
M. rectus abdo- mis	Kylkiluut 5-7, processus xiphoideus ja yhdistävät ni- velsiteet	Os. pubis (pubic crest)	Stabiloi sekä kou- kistaa vartaloa. Avustaa voimak- kaassa uloshengi- tyksessä	Intercostal nerves, Th 5- 12
M. pyramidalis	Os. pubis	Linea alba	Suoran vatsalihak- sen osa	
M. obliquus ex- ternus abdominis	Kylkiluut 5-12 (ulkopinta)	Rectustuppi (rectus sheath), nivusside, crista iliaca	Vartalon koukistus ja sivulletaivutus. Avustaa voimak- kaassa uloshengi- tyksessä	Intercostal nerves, Th 5- 12
M. obliquus in- ternus abdominis	Thoracolum- bar fascia, crista iliaca, nivusside	Kylkiluut 8-12, rectustuppi (rec- tus sheath)	Vartalon koukistus ja sivulletaivutus. Avustaa syvässä uloshengityksessä	Intercostal nerves, Th 10-L1
M. tranversus ab- dominis	Kylkiluut 7-12, thoracolum- bar fascia, crista iliaca, nivusside	Rectustuppi (rec- tus sheath)	Stabiloi vartaloa ja vatsaa	Intercostal nerves, Th 7- L1

M. psoas major	Th12 ja L1-4, L1-5 costal processus	Trochanter minor (femur)	Lonkan koukistus, ulkokierto ja lähen- nys sekä lanneselän koukistus	Lumbal ple- xus, L1-3
M. psoas minor	Th 12-L1	Fascia iliaca, emi- nentia iliopecti- nea, pecten ossis pubis	Lanneselän koukis- tus	Lumbal ple- xus, L1-3
M. iliacus	Fossa iliaca ja SIAI	Trochanter minor (femur)	Lonkan koukistus, ulkokierto ja lähen- nys	Femoral nerve, lum- bal plexus L1-3
M. tensor fasciae latae	SIAS (os. ilium)	Peitonkalvon (Fascia latae) avulla lateral con- dyle (tibia)	Lonkan loitonnu- s, koukistus ja sisä- kierto. Polvinivelen ojennus sekä ulko- kierto	Superior gluteal nerve, L4-5
M. gluteus maxi- mus	Os. ilium (iliac crest, SIPS), thoracolum- bar fascia, os. sacrum, os. coccyx	Tuberositas glu- teal (femur), ili- otibial tract	Lonkan ojennus, loitonnu- s, lähennys ja ulkokierto. Avus- taa lantiopohjan sulkijalihaksia	Inferior glu- teal nerve, L5-S2
M. gluteus me- dius	Os. ilium ja gluteal apo- neurosis	Trochanter major (femur)	Lonkan loitonnu- s, ojennus, koukistus sekä ulko- ja sisä- kierto riippuen ni- velen asennosta	Superior gluteal nerve, L4-5

M. gluteus minimus	Os. ilium	Trochanter major (femur)	Lonkan loitonnuks, ojennus ja koukistus sekä ulko- ja sisäkierto riippuen nivelen asennosta	Superior gluteal nerve, L4-S1
M. piriformis	Os. ilium, os. sacrum (sisäpinta)	Trochanter major (femur)	Lonkan loitonnuks, ulkokierto ja ojennus	Sacral plexus L5-S2
M. obturatorius internus	Obturator membrane, os. ischium, os. pubis, os. ilium	Trochanter fossa (femur)	Lonkan ulkokierto sekä lonkkanivel koukistuneena loitonnuks	Inferior gluteal nerve, L5-S2
M. obturatorius externus	Obturator membrane, os. ischium, os. pubis	Trochanter fossa (femur)	Lonkan ulkokierto ja heikosti osallistuu lonkan lähennykseen	Obturator nerve, L1-4
M. gemellus superior	Spina ischium	Trochanter fossa (femur)	Lonkan ulkokierto sekä lonkkanivel koukistuneena loitonnuks	Inferior gluteal nerve, sacral plexus, L5-S2
M. gemellus inferior	Tuber ischiadicum	Trochanter fossa (femur)	Lonkan ulkokierto sekä lonkkanivel koukistuneena loitonnuks	Inferior gluteal nerve, sacral plexus, L5-S2
M. quadratus femoris	Tuber ischiadicum	Crista intertrochanterica (femur)	Lonkan ulkokierto ja heikosti osallistuu lonkan lähennykseen	Inferior gluteal nerve, sacral plexus, L5-S2

Lantiopohjan lihakset	Lantion luut	Lantion luut	Sisäelinten kannatus, peräaukon halinta	Ventral ramus, nerve pudendalis, S4, S3-4
M. sartorius	SIAS (os. ilium)	Pes anserinus (tibiae)	Lonkan koukistus, loitonnuks ja ulkokierto. Polven koukistus ja sisäkierto	Femoral nerve, L2-3
M. gracilis	Os. pubis/ Os. ischium	Pes anserinus (tibiae)	Lonkan lähennys, koukistus ja ojennus. Polven koukistus ja sisäkierto	Obturator nerve, L2-3
M. adductor magnus	Inferior ramus (Os. pubis) ja tuber ischiadicum (Os. ischium)	Linea aspera ja epiconylus medialis (femur)	Lonkan lähennys ja ulkokierto. Lonkkanivel koukistuneena ojennus sekä lonkkanivel ojennettuna koukistus	Obturator nerve, L2-4, Tibialis nerve, L3-5
M. adductor minimus	Inferior ramus (Os. pubis)	Linea aspera (femur)	Lonkan lähennys ja ulkokierto. Lonkkanivel koukistuneena ojennus sekä lonkkanivel ojennettuna koukistus	Obturator nerve, L2-4
M. adductor longus	Superior pubic ramus (Os. pubis)	Linea aspera (femur)	Lonkan lähennys ja ulkokierto	Obturator nerve, L2-4
M. adductor brevis	Inferior ramus (Os. pubis)	Linea aspera (femur)	Lonkan lähennys ja ulkokierto	Obturator nerve, L2-4

M. pectineus	Iliopubic eminence, pecten ossis pubis ja tuberculum pubicum	Linea pectinea ja linea aspera (femur)	Lonkan lähennys ja koukistus	Obturator nerve, L2-4, Femoral nerve, L2-3
M. biceps femoris (pitkä pää)	Tuber ischiadicum	Caput fibulae	Lonkan ojennus, lähennys ja ulkokierto. Polven koukistus ja ulkokierto	Tibial nerve, L5-S2
M. semitendinosus	Tuber ischiadicum	Pes anserinus (tibiae)	Lonkan ojennus, lähennys ja sisäkierto. Polven koukistus ja sisäkierto	Tibial nerve, L5-S2
M. semimembranosus	Tuber ischiadicum	Oblique popliteal ligament/ condylus med. tibiae	Lonkan ojennus, lähennys ja sisäkierto. Polven koukistus ja sisäkierto	Tibial nerve, L5-S2
M. rectus femoris	SIAI (os. ilium) ja supra-acetabular groove	Tuberositas tibiae	Lonkan koukistus ja polven ojennus	Femoral nerve, L2-4

## Liite 2. Kyselylomake

Jyväskylän ammattikorkeakoulu/fysioterapian koulutusohjelma

Janne Etelämäki SFT15S1 ja Tomi Litendahl SFT15M1

28.3.2018

Opinnäytetyö: Kysely case-pituushyppäjän urheiluvammoista

Kysely suoritetaan monivalinta- sekä avoimilla kysymyksillä.

### Taustatiedot

Olen: Mies\_\_ Nainen\_\_ (laita ruksi X)

Ikä: \_\_\_\_\_

Laji: \_\_\_\_\_

Ennätykset: \_\_\_\_\_

Tulostavoite urallasi: \_\_\_\_\_

### Yleiset kysymykset

1. Minkä tason urheilija olet? \_\_\_\_\_

2. Kuinka monta kertaa viikossa harjoittelet? 1-2\_\_, 3-4\_\_, 5-7\_\_, yli 7\_\_ (laita ruksi X)

3. Onko sinulla ollut urheilusta aiheutuneita vammoja kilpailu-urasi aikana? Ei\_\_, Kyllä\_\_ (laita ruksi X).

Jos vastasit kyllä, niin vastaa seuraaviin kysymyksiin.

### Akuutti tapaturma urheilussa

Tapahtuu äkillisesti tai tapaturman seurauksena ja aiheuttaa usein harjoituksen tai kilpailun keskeyttämisen. (Peltokallio 2003, 34; Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 454).

1. Ovatko vammat olleet akuutteja vammoja: Kyllä\_\_, ei\_\_. (Laita ruksi X).

Jos vastasit kyllä, niin vastaa seuraaviin kysymyksiin.

2. Oletko akuutin vamman vuoksi tarvinnut lääkärissä käyntiä? Kyllä\_\_, ei\_\_. (Laita ruksi X).

3. Missä kehonosissa akuutit vammat ovat sijainneet, jotka ovat vaatineet lääkärissä käyntiä? Merkitse vuosi. \_\_\_\_\_

4. Minkälaisia akuutteja urheiluvammoja sinulla on ollut? 1. Lihaskramppi\_\_, 2. Lihasvenähdys\_\_, 3.

Lihasrepeämä\_\_, 4. Nivelsiteiden venähdys\_\_, 5. Nivelsiteiden repeämä\_\_, 6. Luun murtuma\_\_, 7.

Joku muu, mikä? \_\_\_\_\_

5. Minkälaisessa tilanteessa akuutit urheiluvammat ovat sattuneet?

6. Kuinka pitkän harjoitustauon akuutti/akuutit vammat aiheuttivat? 1-7päivää\_\_, 1-3viik-

koa\_\_, yli kolme viikkoa\_\_. (Laita ruksi X).

### Rasitusvammat urheilussa

Toistuvan yksipuolisen rasituksen myötä ilman edeltävää tapaturmaa syntyy rasitusvamma. Rasitusta jatkettaessa kipu usein pahenee asteittain. (Peltokallio 2003, 35; Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 455-456).

1. Ovatko vammat olleet rasitusvammoja: Kyllä \_\_, ei \_\_. (Laita ruksi X). Jos vastasit kyllä, niin vastaa seuraaviin kysymyksiin.
2. Oletko rasitusvamman vuoksi tarvinnut lääkäriä käyntiä? Kyllä \_\_, ei \_\_. (Laita ruksi X)
3. Missä kehonosissa rasitusvammat ovat sijainneet, jotka ovat vaatineet lääkäriä käyntiä? Merkitse vuosi. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
4. Onko rasitusvammat kohdistuneet? 1. Luuhun \_\_, 2. Jänteeseen \_\_, 3. Lihakseen \_\_, 4. Nivelsiteisiin \_\_, 5. Limapussiin \_\_, 6. Hermokudokseen \_\_. (Laita ruksi X).
5. Minkälaisessa tilanteessa rasitusvamma/rasitusvammat ovat alkaneet oireilla?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
6. Kuinka pitkän harjoitustauon rasitusvamma aiheutti? 1-7 päivää \_\_, 1-3 viikkoa \_\_, yli kolme viikkoa \_\_. (Laita ruksi X).

Vastaukset tullaan käsittelemään nimettömänä ja ne julkaistaan opinnäytetyön raportin muodossa. Tuloksia tullaan hyödyntämään opinnäytetyön tutkimusosassa.

Paikka: \_\_\_\_\_ Pv. \_\_\_\_\_

Vastaajan nimi: \_\_\_\_\_

Saako vastauksesi julkaista julkiseen muotoon opinnäytetyön yhteydessä? Ei \_\_, Kyllä \_\_. (Laita ruksi X).



### Liite 3. Case-pituushyppääjän liikekontrollia kehittävät harjoitteet

#### Tason 1 harjoitteet:

##### Lonkan ojennus konttausasennossa

Tällä liikkeellä pyritään kehittämään lonkan ulkorotaation ja abduktion liikehallintaa. Tämä on kevyempi versio testiliikkeestä T77 4 Point: Bent knee hip extension, missä havaittiin selvin löydös. Liike aloitetaan konttausasennosta, mistä lähdetään ojentamaan lonkkaa suoraksi polvi lähes ojennettuna, jonka jälkeen palataan lähtöasentoon. Polvi saa koukistua liikkeen aikana noin 20-30 astetta. Liikettä tehdään aluksi vain sillä liikeradalla, kuin se pysyy hallittuna ja pakaralihaksen tulee olla aktiivisin lihas lonkan ojennuksessa. Liikkeen aikana ei saa esiintyä ulkokiertoa tai abduktiota vaan jalan tulee pysyä sagittaalitasossa. Liikerataa lisätään vähitellen ja tavoite on pystyä tekemään liike samalla liikeradalla, kuin testiliikkeessä. (Comerford & Mottram 2012, 480.)



Kuvio 7. Lonkan ojennus konttausasennossa

##### Kylkimakuulla lonkan ulkokierto (Simpukka)

Liikkeellä pyritään kehittämään lonkan fleksion ja rotaation liikehallintaa. Liike aloitetaan kylkimakuulla pitämällä jalat yhdessä koukistamalla lonkat noin 45 asteen ja polvet 90 asteen kulmaan. Tämän jälkeen nostetaan päällimmäisen jalan polvea ylöspäin pitämällä kantapää yhdessä. Liike suoritetaan vain sillä liikeradalla, kuin liike pysyy hallittuna. Liikkeen aikana tulisi tarkkailla lantion asentoa ja sen tulisi pysyä neutraalissa asennossa ilman kallistumista eteen tai taaksepäin. (Lähde: mukailtu Comerford & Mottram 2012, 438, 468.)



Kuvio 8. Kylkimakuulla lonkan ulkokierto (Simpukka)

### **Polvennosto tuettuna seisaaltaan**

Liikkeen tavoite on kehittää lantion abduktion ja lonkan ulkorotaation hallintaa.

Tämä liike valikoitu T75 Standing: Single leg high knee lift test perusteella, missä havaittiin selviä löydöksiä. Harjoitteessa asetutaan kevyesti selkä ja lantio seinää vasten jalat noin 10-15cm leveydellä ja 5-10cm irti seinästä. Tämän jälkeen lähdetään nostamaan polvea hitaasti ylöspäin vain sille korkeudelle, kuin lantion asento pysyy hallittuna. Polvennoston aikana jalka ei saa liikkua keskilinjaan tai sen ylitse. Myöskään lantiossa ei saisi esiintyä abduktiota eli työntöä pois päin nostettavasta jalasta. Tukea seinää vasten tulee vähentää sen mukaan kuin liike pysyy hallittuna. (Comerford & Mottram 2012, 472-473.)



Kuvio 9. Polvennosto tuettuna seisaaltaan

### **Rocking forwards**

Liikkeen tavoite on kehittää lantiorenkaan anteriorista liikehallintaa. Liike on sama, kuin testiliikkeissä ja se toimii myös erinomaisena harjoitteena. Liike aloitetaan konttausasennossa, missä lähdetään vartaloa työntämään eteenpäin vain siihen asti, kuin lantiorengas pysyy neutraalissa asennossa. Liikerataa tulee lisätä sitä mukaa, kuin se pysyy hallittuna (Lähde: mukailtu Luomajoki ym. 2007.)



Kuvio 10. Rocking forwards

### **Polven kouistus vatsamakuulla**

Liikkeen tavoite on kehittää lantiorenkaan liikehallintaa anterioriseen suuntaan ja tämä liike on lähes sama, kuin testiliikkeenä suoritettu Prone lying active knee flexion. Liike aloitetaan vatsamakuulta jalat suorassa. Tämän jälkeen lähdetään koukistamaan vain toista polvea palpoiden toisella kädellä lantion asentoa. Käden tulee olla koukistavan jalan puolen lantion suoliluunharjun kohdalla ja tunnustella lantion kääntymistä polven koukistumisen aikana. Lantiossa ei tule tapahtua minkäänlaista liikettä polven koukistuksen aikana. Liikettä tehdään molemmille jaloille ja vain sillä liikeradalla, kuin liike pysyy hallittuna. Liike toistetaan molemmille jaloille. (Lähde: mukailtu Luomajoki ym. 2007.)



Kuvio 11. Polven kouistus vatsamakuulla

### **Kylkimakuulla lonkan loitonnuksen yhdistettynä ulkokierto**

Liikkeen tavoite kehittää lonkan fleksio ja sisärotaatio suuntaista liikehallintaa ja tämä liike vastaa testiliikettä T74 Side-lying: Top leg turnout lift. Kyseisessä testiliikkeessä tehtiin selviä havaintoja, mutta case-urheilija kykeni tekemään liikkeen lyhemällä liikeradalla. Liike aloitetaan kylkimakuulla alempi jalka hieman koukussa ja ylempi jalka suorassa, jonka jälkeen lähdetään nostamaan ylem্পää jalkaa vain siihen asti, kuin liikehallinta säilyy. Jalan ollessa ylhäällä tehdään lonkasta ulkokierto vain sillä liikeradalla, missä säilytetään hallinta. Tämän jälkeen palataan lähtöasentoon. Liike suoritetaan molemmille jaloille. (Lähde: mukailtu Comerford & Mottram 2012, 469.)



Kuvio 12. Kylkimakuulla lonkan loitonuus yhdistettynä lonkan ulkokiertoon

## Tason 2 harjoitteet:

### Simpukka kuminauhavastuksella

Liike on haastavampi versio 1. tason simpukkaliikkeeseen, jossa käytetään vastuksena kuminauhaa. Liikkeellä kehitetään lonkan fleksion ja rotaation liikehallintaa. Liike aloitetaan laittamalla kuminauha polvien ympäri ja asetutaan kylkimakuulle. Koukistetaan lonkat noin 45 asteeseen ja polvet 90 asteen. Tämän jälkeen kierretään päällimmäisen jalan polvea ylöspäin pitämällä kantapäät yhdessä, jonka jälkeen palataan lähtöasentoon. Harjoittelija suorittaa liikkeen sillä liikeradalla, että liike pysyy hallittuna sekä tarkkaillee lantion asentoa, jonka tulisi pysyä neutraalissa asennossa ilman kallistumista eteen tai taaksepäin. Liike tehdään molemmille jaloille. (Lähde: mukailtu Comerford & Mottram 2012, 468.)



Kuvio 13. Simpukka kuminauhavastuksella

### Jalan ojennus konttausasennossa nilkkapainolla

Tämä on haastavampi versio 1.tason liikkeestä lonkan ojennus konttaustasossa ja tässä liikkeessä voidaan käyttää vastuksena kuminauhaa tai nilkkapainoa. Liikkeellä kehitetään lonkan ulkorotaation ja abduktion liikehallintaa. Vastuksen lisäämisen myötä kehitetään myös voimaa ja tietoisuutta hamstring lihasten osuudesta lantion hallinnassa. Liikkeen alussa asetetaan nilkkapaino liikettä tekevään jalkaan ja käydään konttausasentoon. Tämän jälkeen ojennetaan vain toista jalkaa taaksepäin polvi hieman koukistuneena ja palataan lähtöasentoon. Liikettä suoritetaan vain liikeraldalla, jossa kontrolli säilyy. Liike tehdään molemmille jaloille. (Lähde: mukailtu Comerford & Mottram 2012, 480; Clippinger 2007, 209-211.)



Kuvio 14. Jalan ojennus konttausasennossa nilkkapainolla

### Lantioarenkaan hallintaa terapiapallon avulla

Liike on haastavampi versio 1.tason rocking forwards harjoitteeseen. Liikkeellä kehitetään lantioarenkaan anteriorista hallintaa, koordinoituja liikkeitä sekä tietoisuutta lannerangan neutraalista asennosta. Liike aloitetaan konttausasennossa terapiapallo rintalastan alla kädet vierellä. Ennen liikkeen aloittamista aktivoidaan vatsalihakset ja vältetään lannerangan lordoosin lisääntymistä. Tämän jälkeen ojennetaan vartaloa vain siihen asti, kuin lantioarenkaan liikehallinta säilyy ja palataan takaisin lähtöasentoon. (Mukailtu Clippinger 2007, 194-196.)



Kuvio 15. Lantioarenkaan hallintaa terapiapallon avulla

### **Lantioreenkaan kontrolliharjoitus pallon avulla**

Liikkeellä kehitetään lantioreenkaan liikehallintaa ja erityisesti anterioriseen liikesuuntaan. Liikkeellä pyritään aktivoimaan vatsalihaksia ja syviä selkälihaksia, joiden lihastyö kontrolloi lantioreenkaan liikettä anterioriseen suuntaan. Lisäksi jalkojen vuorotahtisen ojennuksen myötä kehitetään myös vatsalihasten ja lonkankoukistajien yhteistoimintaa. Liike aloitetaan selinmakuulta asettamalla pallo ristiluun alle. Tämän jälkeen koukistetaan lonkat ja polvet 90 asteen kulmaan, jonka jälkeen hengitetään sisään. Uloshengityksen lopussa ojennetaan jalkaa lonkasta ja kosketetaan varpailla alustaan. Sisäänhengityksen aikana koukistetaan jalkaa lonkasta takaisin lähtöasentoon. Liike suoritetaan vain sillä liikeradalla, kuin kontrolli säilyy. Liike tehdään vuorotellen molemmille alaraajoille. (Sandström & Ahonen 2011, 230.)



Kuvio 16. Lantioreenkaan kontrolliharjoitus pallon avulla

### **Seisten lonkan ojennus taakse nilkkapainolla**

Liike on haastavampi versio testiliikkeestä T16standing Hip extension toe slide, missä vaikeustasoa nostetaan käyttämällä nilkkapainoa. Liikkeellä kehitetään lantioreenkaan anteriorista, lonkan ulkorotaation sekä abduktion liikehallintaa. Vastuslisäyksen myötä kehitetään myös lonkan ojentajalihasten voimaa. Liikkeen alussa asetetaan nilkkapaino liikettä tekevään jalkaan ja tukeudutaan edessä olevaan penkkiin tai laattikkoon. Tämän jälkeen ojennetaan jalkaa, jossa on nilkkapaino. Liikettä suoritettaessa polvi saa olla hieman koukistuneena. Liikettä suoritetaan vain sillä liikeradalla, jossa liikekontrolli säilyy ja tämän jälkeen palataan lähtöasentoon. Liike suoritetaan molemmille jaloille. (Clippinger 2007, 214.)





Kuvio 17. Seisten lonkan ojennus taakse nilkkapainolla

### **Yhdellä jalalla vartalon fleksio yhdistettynä vapaan jalan lonkan fleksioon**

Liike on jatkoa anteriorisen tiltin hallintaan ja perustuu T75 Standing: Single leg high testin löydöksiin. Liikkeen tavoitteena on kehittää lannerangan ja lantion hallintaa sekä polven noston myötä lonkan ulkorotaation hallintaa. Yhdellä jalalla seistessä tasapainon merkitys korostuu, jolloin liike myös harjoittaa tasapainoa. Liike aloitetaan seisomalla yhdellä jalalla, jonka jälkeen koukistetaan vartaloa eteenpäin siihen asti, kuin kontrolli säilyy. Tämän jälkeen suoristetaan vartalo ja vapaajalka koukistuu lonkasta noin 90 asteeseen. (Lähde: mukailtu Comerford & Mottram 2012, 94, 471-472; Sandström & Ahonen 2011, 247-248.)



Kuvio 18. Yhdellä jalalla vartalon fleksio yhdistettynä vapaan jalan lonkan fleksioon

### Tason 3 harjoitteet

#### Askelkyykky kävellen eteenpäin käsipainoilla

Liikkeellä pyritään kehittämään lantiorenkaan anteriorista ja yhden jalan varassa seistessä lonkan abduktio ja ulkorotaation liikehallintaa. Lisäksi se vahvistaa alaraajojen lihaksia sekä kehittää tasapainoa. Harjoitteen alussa seisotaan paikoillaan käsipainot käsissä, jonka jälkeen otetaan askel eteenpäin ja lasketaan lantiota hitaasti alemmaksi, kunnes etummaisen jalan polvi on noin 90 asteen kulmassa. Tämän jälkeen nousee etummaisen jalan avulla ylös-eteenpäin yhden jalan varaan. Tämän jälkeen toistetaan liike. (Lähde: mukailtu Clippinger 274, 278; Comerford & Mottram 2012, 472.)



Kuvio 19. Askelkyykky kävellen eteenpäin käsipainoilla

#### Askelnousu korokkeelle

Liikkeen tavoite on kehittää lonkan abduktiota ja ulkorotaation liikehallintaa. Liikkeen valinta perustuu testiliikkeessä T75 Standing: Single leg high knee lift havaittuihin löydöksiin. Harjoitteella aktivoidaan tehokkaasti m. gluteus maximusta ja elektromyografia mittauksissa sen on todettu aktivoivan tehokkaasti, niin ylempää kuin alempaa osaa m. gluteus maximuksesta. Liikkeessä nousee korokkeella olevan jalan varassa



ylöspäin ja laskeudutaan hitaasti jarruttaen lähtöasentoon ja lisäksi tarkkaillaan lantion ja polvien asentoa. Liike tehdään molemmille jaloille. (Lähde: mukailtu Selkowitz, Beneck & Powers 2016; Manoccia 2013, 44-45.)



Kuvio 20. Askelnousu korokkeelle

### **Pudotushyppy korokkeelta**

Liikkeen tavoite on kehittää lantioarenkaan anteriorista hallintaa ja parantaa lihasjäykkyyttä sekä venytysrefleksin toimintaa. Pudotushyppyjen on todettu olevan yksi tehokkaimmista harjoitteista kehittämään juuri venymis-lyhenemis sykliä, missä pudotus vaiheen kontaktissa tapahtuu nopea ekstentrinen lihastyövaihe, jonka jälkeen seuraa nopea konsentrinen vaihe. Pudotushyppyillä ja hyppydrillien avulla kehitetään alaraajojen voimaa, räjähtävyyttä ja voimantuottoa lyhyessä ajassa. Liike aloitetaan 20 cm korkean korokkeen päältä pudottaumalla yhden jalan varaan, minkä jälkeen tavoite on ponnistaa mahdollisimman nopealla maakontaktivaiheella eteen- ja ylöspäin. Liike tehdään niiltä korkeuksilta, missä lantioarenkaan liikekontrolli pysyy hallittuna. (Lähde: mukailtu Arazi, Mohammed & Asadi 2014.)



Kuvio 21. Pudotushyppy korokkeelta

### Jatkuva yhden jalan hyppely

Tällä liikkeellä kehitetään samoja ominaisuuksia kuin kuvion 21 pudotushyppy korokkeelta. Liike tehdään ilman koroketta pohjehyppelynä yhdellä jalalla jatkuvana eteenpäin. (Lähde: mukailtu Arazi, Mohammed & Asadi 2014.)



Kuvio 22. Jatkuva yhden jalan hyppely

### Korokkeelta yhdellä jalalla ponnistus ylöspäin

Liikkeellä haetaan lantiorenkkaan anteriorista hallintaa ponnistuksessa ja samalla haetaan heilahtavan jalan suoraviivaista linjausta. Ennen liikettä asetetaan ponnistusta tekevä jalka korokkeelle. Ponnistusjalka nostetaan noin 10cm ylöspäin, josta jalka painetaan aktiivisesti kohti koroketta. Ponnistusliikkeen aikana vapaajalka heilahtaa aktiivisesti eteen ja kädet toimivat aktiivisesti, kuten pituushypyn ponnistuksessa. (Lähde: mukailtu Arazi, Mohammed & Asadi 2014.)



Kuvio 23. Korokkeelta yhdellä jalalla ponnistus ylöspäin